

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-124878

(43)Date of publication of application : 25.04.2003

---

(51)Int.Cl. H04B 7/26  
H04L 12/28

---

(21)Application number : 2002-211414 (71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 19.07.2002 (72)Inventor : ADACHI TOMOKO  
ITO KUNIAKI  
KASAMI HIDEO  
TOSHIMITSU KIYOSHI

---

(30)Priority

Priority number : 2001239198 Priority date : 07.08.2001 Priority country : JP

---

## (54) WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM AND WIRELESS STATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a wireless communication system and wireless station by which communication between a base station device and a plurality of terminal devices can be efficiently performed even when SDMA (space division multiple access) is used with CSMA (carrier sense multiple access).

SOLUTION: Each of the terminal devices comprises: a means to receive first data which are broadcast from the base station device; a means to receive second data which are unicast from the base station device to the terminal device; a determining means to determine the presence/absence of directional beam control in the base station device on the basis of received power measured when the first data are received and received power measured when the second data are received; and a control means to control transmitting power of transmitting data to the base station device when the determining means determines that the base station device is performing directional beam control.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A radio communications system which transmits and receives data

between a base station device and two or more terminal units comprising:  
Transmission power at the time of said base station device transmitting data as for said terminal unit.  
Received power measured when data transmitted from said base station device was received.  
A decision means which judges existence of directional beam control of said base station device based on classification of received this data.  
And a regulation means which adjusts transmission power at the time of transmitting data for [ this ] base station devices according to a decision result by said decision means.

[Claim 2] A radio communications system which transmits and receives data by CSMA (Carrier Sense Multiple Access) between a base station device and two or more terminal units comprising:  
Transmission power at the time of said base station device transmitting data as for said terminal unit.  
Received power measured when data transmitted from said base station device was received.  
A decision means which judges existence of directional beam control of said base station device based on classification of received this data.  
And a regulation means which adjusts either at least among transmission power at the time of transmitting data for [ said ] base station devices based on a decision result of said decision means and a carrier sense level of said terminal unit.

[Claim 3] A radio communications system which transmits and receives data between a base station device and two or more terminal units comprising:  
A reception means which receives the 2nd data by which the unicast was carried out to said addressing to a terminal unit from said base station device while said terminal unit received the 1st data broadcast from said base station device.  
Received power measured when said 1st data was received.  
A decision means which judges existence of directional beam control of said base station device based on received power measured when said 2nd data was received.  
A regulation means which adjusts transmission power at the time of transmitting data for [ said ] base station devices when it judges that said base station device is performing said directional beam control.

[Claim 4] A radio communications system which transmits and receives data between a base station device and two or more terminal units comprising:  
A reception means which receives the 2nd data by which the unicast was carried out to said addressing to a terminal unit from said base station device while said terminal unit received the 1st data broadcast from said base station device.  
Received power measured when said 1st data was received.  
Transmission power at the time of said base station device transmitting said 1st

data.

A decision means which judges existence of directional beam control of said base station device based on received power measured when said 2nd data was received and transmission power at the time of said base station device transmitting said 2nd data. A regulation means which adjusts transmission power at the time of transmitting data for [ said ] base station devices when it judges that said base station device is performing said directional beam control.

[Claim 5] The radio communications system according to claim 3 or 4 when it judges [ said regulation means ] that said base station device is controlling a directional beam wherein it sets transmission power at the time of transmitting data for [ said ] base station devices as necessary minimum which can receive this base station device.

[Claim 6] When it judges that said base station device is performing directional beam control, judge whether a base station device and space division multiple connection are still more possible and said regulation means. When said base station device controls a directional beam and it moreover judges that this base station device and space division multiple connection are possible. The radio communications system according to claim 3 setting transmission power at the time of transmitting data for [ said ] base station devices as necessary minimum which can receive this base station device.

[Claim 7] A radio communications system which transmits and receives data by a CSMA (Carrier Sense Multiple Access) method between a base station device and two or more terminal units comprising:

A reception means which receives the 2nd data by which the unicast was carried out to said terminal unit from said base station device while said terminal unit receives the 1st data broadcast from said base station device.

Received power measured when said 1st data was received.

A decision means which judges existence of directional beam control of said base station device based on received power measured when said 2nd data was received.

And transmission power at the time of transmitting data for [ said ] base station devices when it judges that said base station device is performing directional beam control and a regulation means of the carrier sense levels of said terminal unit which adjusts either at least.

[Claim 8] A radio communications system which transmits and receives data by a CSMA (Carrier Sense Multiple Access) method between a base station device and two or more terminal units comprising:

A reception means which receives the 2nd data by which the unicast was carried out to said terminal unit from said base station device while said terminal unit receives the 1st data broadcast from said base station device.

Received power measured when said 1st data was received.

Transmission power at the time of said base station device transmitting said 1st

data.

Received power measured when said 2nd data was received.

A decision means which judges existence of directional beam control of said base station device based on transmission power at the time of said base station device transmitting said 2nd data.

And transmission power at the time of transmitting data for [ said ] base station devices when it judges that said base station device is performing directional beam control.

A regulation means of the career sense levels of said terminal unit which adjusts either at least.

[Claim 9]The radio communications system according to claim 7 or 8 when it judges [ said regulation means ] that said base station is controlling a directional beam wherein it sets up a career sense level of a self-device low [ to such an extent that the function is not spoiled ].

[Claim 10]When it judges that said base station device is performing directional beam control judge whether a base station device and space division multiple connection are still more possible and said regulation means The radio communications system according to claim 7 or 8 setting up a career sense level of a self-device low [ to such an extent that that function is not spoiled ] when said base station device controls a directional beam and it moreover judges that this base station device and space division multiple connection are possible.

[Claim 11]A radio terminal which transmits and receives data between base station devices comprising:

A reception means which receives the 2nd data by which a unicast is carried out to said addressing to a terminal unit from said base station device while receiving the 1st data broadcast from said base station device.

Received power measured when said 1st data was received.

A decision means which judges existence of directional beam control of said base station device based on received power measured when said 2nd data was received.

A regulation means which adjusts transmission power at the time of transmitting data for [ said ] base station devices when it judges that said base station device is performing directional beam control.

[Claim 12]A radio terminal which transmits and receives data between base station devices comprising:

A reception means which receives the 2nd data by which a unicast is carried out to said addressing to a terminal unit from said base station device while receiving the 1st data broadcast from said base station device.

Received power measured when said 1st data was received.

Transmission power at the time of said base station device transmitting said 1st data.

A decision means which judges existence of directional beam control of said base

station device based on received power measured when said 2nd data was received and transmission power at the time of said base station device transmitting said 2nd data. A regulation means which adjusts transmission power at the time of transmitting data for [ said ] base station devices when it judges that said base station device is performing directional beam control.

[Claim 13] The radio terminal according to claim 11 or 12 when it judges [ said regulation means ] that said base station device is controlling a directional beam wherein it sets transmission power at the time of transmitting data for [ said ] base station devices as necessary minimum which can receive this base station device.

[Claim 14] When it judges that said base station device is performing directional beam control, judge whether a base station device and space division multiple connection are still more possible and said regulation means. When said base station device controls a directional beam and it moreover judges that this base station device and space division multiple connection are possible. The radio terminal according to claim 11 or 12 setting transmission power at the time of transmitting data for [ said ] base station devices as necessary minimum which can receive this base station device.

[Claim 15] A radio terminal which transmits and receives data by a method (Carrier Sense Multiple Access) between base station devices comprising:

A reception means which receives the 2nd data by which a unicast is carried out to said addressing to a terminal unit from said base station device while receiving the 1st data broadcast from said base station device.

Received power measured when said 1st data was received.

A decision means which judges existence of directional beam control of said base station device based on received power measured when said 2nd data was received.

Transmission power at the time of transmitting data for [ said ] base station devices when it judges that said base station device is performing directional beam control and a regulation means of the carrier sense levels of said terminal unit which adjusts either at least.

[Claim 16] A radio terminal which transmits and receives data by a method (Carrier Sense Multiple Access) between base station devices comprising:

A reception means which receives the 2nd data by which a unicast is carried out to said addressing to a terminal unit from said base station device while receiving the 1st data broadcast from said base station device.

Received power measured when said 1st data was received.

Transmission power at the time of said base station device transmitting said 1st data.

A decision means which judges existence of directional beam control of said base station device based on transmission power at the time of received power measured when said 2nd data was received and said base station device

transmitting said 2nd data Transmission power at the time of transmitting data for [ said ] base station devices when it judges that said base station device is performing directional beam control and a regulation means of the carrier sense levels of said terminal unit which adjusts either at least.

[Claim 17] The radio terminal according to claim 15 or 16 when it judges [ said regulation means ] that said base station device is controlling a directional beam wherein it sets up a carrier sense level of a self-device low [ to such an extent that the function is not spoiled ].

[Claim 18] When it judges that said base station device is performing directional beam control judge whether a base station device and space division multiple connection are still more possible and said regulation means The radio terminal according to claim 12 setting up a carrier sense level of a self-device low [ to such an extent that the function is not spoiled ] when said base station device controls a directional beam and it moreover judges that this base station device and space division multiple connection are possible.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the radio terminal contained in the wireless LAN which communicates by a space division multiple in a useful radio communications system and this system.

[0002]

[Description of the Prior Art] CSMA (Carrier Sense Multiple.) The wireless LAN system (ISO/IEC 8802-11:1999(E) ANSI/IEEE Std 802.11-1999 edition) based on IEEE 802.11 using an Access method is known. This wireless LAN system includes two or more terminal units (station) and base stations (access point). A terminal unit performs carrier sensing before the packet transmission to the base station which should transmit a packet (data). Carrier sensing contains physical carrier sensing and virtual carrier sensing. It is judged from a received signal level whether physical carrier sensing is whether wireless communication media are busy and an idle. Virtual carrier sensing judges whether wireless communication media are busy or you are an idle from the reserved information included in an input signal.

[0003] A terminal unit performs carrier sensing and carries out adjournment of packet transmission start of connection between base stations or transmission of a packet. Namely when larger than a threshold with the receiving level of a signal or other terminal units or channel reserved information from a base station (when the packet containing NAV (ISO/IEC 8802-11:1999 (E) ANSI/IEEE Std 802.11-1999 edition) is received packet transmission) [ postpone and ] After the random transmission standby passage of time when wireless communication media become an idle connection between base stations is started. When already

connected random transmission standby time transmits the packet which carried out destination designation of the address of a base station without waiting.

[0004] On the other hand, the SDMA (Space Division Multiple Access) method is known as one of the multiplex systems in a radio communications system. A SDMA method uses the adaptive array antenna with which the base station was equipped. An adaptive array antenna forms two or more antenna beams which reduce a mutual interference. This becomes realizable [improvement in communication quality and simultaneous transmissive communication with the terminal unit of a base station device and plurality further].

[0005] It is thought by applying a SDMA method to the wireless LAN system of a CSMA method that the same advantage is enjoyable.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, if a SDMA method is simply applied to the wireless LAN system of a CSMA method, the following problems will occur.

[0007] Generally, a terminal unit does not have a directional antenna like an adaptive array antenna. For this reason, while the terminal unit is performing packet transmission between base stations, other terminal units judge that wireless communication media are busy by the above-mentioned carrier sensing function and refrain from packet transmission. Therefore, even if it is equipped with the adaptive array antenna, the base station of the radio communications system which has adopted the CSMA method, there was a problem that space division multiple communication in which two or more terminal units perform simultaneous transmissive communication by the same channel could not be performed efficiently.

[0008] The purpose of this invention is to provide the radio communications system and radio terminal which can perform efficiently communication between a base station and two or more terminals even if it applies a SDMA method to communication by a CSMA method.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to solve said technical problem and to attain the purpose, this invention uses a means shown below.

[0010] This invention equips with the following a radio communications system which transmits and receives data between a base station device and two or more terminal units.

Received power measured when said terminal unit received data transmitted from said base station device.

A decision means which judges existence of directional beam control of said base station device based on classification of received this data.

And a regulation means which adjusts transmission power at the time of transmitting data for [this] base station devices according to a decision result by said decision means.

[0011] This invention is characterized by that a radio communications system

which transmits and receives data by CSMA (Carrier Sense Multiple Access) between a base station device and two or more terminal units comprises:  
Received power measured when said terminal unit received data transmitted from said base station device.

A decision means which judges existence of directional beam control of said base station device based on classification of received this data.

And transmission power at the time of transmitting data for [ said ] base station devices based on a decision result of said decision means.

A regulation means which adjusts either at least among carrier sense levels of said terminal unit.

[0012]According to this inventionthis invention is characterized by that a radio communications system which transmits and receives data between a base station device and two or more terminal units comprises the following again.

A reception means which receives the 2nd data by which the unicast was carried out to said addressing to a terminal unit from said base station device while said terminal unit received the 1st data broadcast from said base station device.

Received power measured when said 1st data was received.

A decision means which judges existence of directional beam control of said base station device based on received power measured when said 2nd data was received.

A regulation means which adjusts transmission power at the time of transmitting data for [ said ] base station devices when it judges that said base station device is performing said directional beam control.

[0013]According to this inventionthis invention is characterized by that a radio communications system which transmits and receives data by a CSMA (Carrier Sense Multiple Access) method between a base station device and two or more terminal units comprises the following again.

A reception means which receives the 2nd data by which the unicast was carried out to said terminal unit from said base station device while said terminal unit receives the 1st data broadcast from said base station device.

Received power measured when said 1st data was received.

A decision means which judges existence of directional beam control of said base station device based on received power measured when said 2nd data was received.

And transmission power at the time of transmitting data for [ said ] base station deviceswhen it judges that said base station device is performing directional beam control and a regulation means of the carrier sense levels of said terminal unit which adjusts either at least.

[0014]According to this inventionthis invention is characterized by that a radio terminal which transmits and receives data between base station devices comprises the following.



A reception means which receives the 2nd data by which a unicast is carried out to said addressing to a terminal unit from said base station device while receiving the 1st data broadcast from said base station device.

Received power measured when said 1st data was received.

A decision means which judges existence of directional beam control of said base station device based on received power measured when said 2nd data was received.

A regulation means which adjusts transmission power at the time of transmitting data for [ said ] base station devices when it judges that said base station device is performing directional beam control.

[0015]According to this inventionthis invention is characterized by that a radio terminal which transmits and receives data by a method (Carrier Sense Multiple Access) between base station devices comprises the following.

A reception means which receives the 2nd data by which a unicast is carried out to said addressing to a terminal unit from said base station device while receiving the 1st data broadcast from said base station device.

Received power measured when said 1st data was received.

A decision means which judges existence of directional beam control of said base station device based on received power measured when said 2nd data was received.

Transmission power at the time of transmitting data for [ said ] base station deviceswhen it judges that said base station device is performing directional beam controland a regulation means of the career sense levels of said terminal unit which adjusts either at least.

[0016]According to this inventiontransmission power control for communication between base stations of a radio terminal is performed. While a radio terminal is communicating with a base station devicewhen other radio terminals which exist near the radio terminal carry out carrier sensingthat a busy of wireless communication media is detected decreases. Thereforethe number of point-to-multipoint connections can be made to increase. Thereforeimprovement in transmission efficiency at the time of applying a SDMA method can be aimed at.

[0017]A radio terminal performs career sense level control. While other radio terminals which exist near the radio terminal are communicating with a base station devicewhen a radio terminal carries out carrier sensingbusy detection of wireless communication media can be lessened by controlling a career sense level. Thereforethe number of point-to-multipoint connections can be made to increase. Thereforeimprovement in transmission efficiency at the time of applying a SDMA method can be aimed at.

[0018]A radio terminal performs career sense level control. While other radio terminals which exist near the radio terminal are communicating with a base station devicedetecting a busy of wireless communication media decreases in the case of carrier sensing of a radio terminal. Thereforethe number of point-to-

multipoint connections can be made to increase. Therefore improvement in transmission efficiency at the time of applying a SDMA method can be aimed at. [0019]

[Embodiment of the Invention] Hereafter an embodiment of the invention is described referring to drawings.

[0020] Drawing 1 shows the radio communications system concerning a 1st embodiment of this invention. This radio communications system is constituted as a wireless LAN system. This wireless LAN system is based for example on an IEEE802.11 (IEEE802.11a and IEEE802.11b are also included) standard. BSS (Basic service set) which comprises the radio terminal (STA) 4-1 as two or more wireless clients connected with the base station device (AP) 1 as one access point there thru/or 4-3 is shown.

[0021] The base station device 1 is installed in a specific fixed position and is connected to the backbone network 5. The base station device 1 is provided with the adaptive array antenna 2 and the adaptive array 2 forms two or more comparatively narrow directivity response patterns (it is also called a directional beam or an antenna beam) 3-1 thru/or 3-3.

[0022] It is possible for the base station device 1 to perform the simultaneous transmissive communication in the same channel by such the antenna beam 3-1 thru/or 3-3 between two or more radio terminals (it is hereafter called a terminal unit or a terminal simply) 4-1 thru/or 4-3. That is communication between the base station device 1 the terminal unit 4-1 or 4-3 is performed by the SDMA method. By this embodiment the base station device 1 forms the three antenna beams 3-1 thru/or 3-3 and the example which performs simultaneous transmissive communication between the three terminal units 4-1 thru/or 4-3 is explained. However the numbers of terminal units which perform the number and simultaneous transmissive communication of an antenna beam should just be two or more arbitrary numbers. Although the terminal unit 4-1 thru/or 4-3 are generally installed in a fixed position it may be carried in the mobile.

[0023] Next the composition of the base station device 1 concerning this embodiment is explained using drawing 2.

[0024] In the receiver 11-1 thru/or 11-3 the terminal unit 4-1 thru/or the sending signal from 4-3 are received via each antenna beam 3-1 of the adaptive array antenna 2 thru/or 3-3. The processing which includes a recovery and decoding to the received signal accomplishes and input-signal RS-1 thru/or RS-3 are generated.

[0025] In the transmitter 12-1 thru/or 12-3 the sending signals TS1 thru/or TS3 which should be transmitted to the terminal unit 4-1 thru/or 4-3 via each antenna beam 3-1 of the adaptive array antenna 2 thru/or 3-3 respectively are generated. These sending signals TS1 thru/or TS3 are supplied to the adaptive array antenna 2.

[0026] The receiver 11-1 thru/or the input signals RS1 thru/or RS3 from 11-3 are inputted into the reception control part 13 and predetermined reception is performed.

[0027]The transmission control part 14 performs transmitting processing of generation of the data for transmitting to the terminal unit (STA) 4-1 thru/or 4-3 by broadcasting and a unicast etc. The data generated by the transmission control part 14 is transmitted to the terminal unit (STA) 4-1 thru/or 4-3 as the sending signals TS1 thru/or TS3 via the transmitter 12-1 thru/or 12-3.

[0028]Next the concrete example of composition of the adaptive array antenna 2 is explained using drawing 3.

[0029]As shown in drawing 3 the adaptive array antenna 2 the antenna element 30-1 -- or. 30-3 and the transmission-and-reception change-over switch 31-1 -- or. 31-3 and the low noise amplifier (LNA) 32-1 -- or. 32-3 and the down converter 33-1 -- or. 33-3 the distributor 34-1 or 34-3 the received beam formation circuit 35-1 or 35-3 the transmit beam formation circuit 36-1 or 36-3 the composing device 37-1 or 37-3 the up converter 38-1 or 38-3 the high-frequency power amplifier (HPA) 39-1 or 39-3. And it has the beam control part 40.

[0030]The transmission-and-reception change-over switch 31-1 thru/or 31-3 LNA 32-1 to 32-3 the down converter 33-1 or 33-3 the distributor 34-1 or 34-3 the composing device 37-1 or 37-3 the up converter 38-1 or 38-3 and HPA 39-1 thru/or 39-3 Corresponding to each antenna element 30-1 thru/or 30-3 it is provided with the antenna element 30-1 thru/or several said number (this example three pieces) of 30-3. On the other hand the received beam formation circuit 35-1 thru/or 35-3 and the transmit beam formation circuit 36-1 thru/or 36-3 are provided with several said number of the antenna beams which the adaptive array antenna 2 forms (this example three beams). There may be more antenna beams at least than the antenna element 30-1 thru/or the number of 30-3.

[0031]Operation of the adaptive array antenna 2 is explained. The wave-frequencies (RF) signal received by the antenna element 30-1 thru/or 30-3 is inputted into LNA 32-1 thru/or 32-3 respectively via the transmission-and-reception change-over switch 31-1 thru/or 31-3. Next the inputted RF signal is amplified by the predetermined level by LNA 32-1 thru/or 32-3. The RF signal amplified by LNA 32-1 thru/or 32-3 is inputted into the down converter 33-1 thru/or 33-3 respectively. The down converter 33-1 thru/or 33-3 change the inputted RF signal into an intermediate frequency (IF) or baseband (BB) and inputs it into the distributor 34-1 thru/or 34-3.

[0032]The output signal from the down converter 33-1 is distributed to the received beam formation circuit 35-1 thru/or 35-3 by the distributor 34-1. The output signal from the down converter 33-2 is distributed to the received beam formation circuit 35-1 thru/or 35-3 by the distributor 34-2. The output signal from the down converter 33-3 is distributed to the received beam formation circuit 35-1 thru/or 35-3 by the distributor 34-3.

[0033]In the received beam formation circuit 35-1 thru/or 35-3 weighting composition of the inputted signal is carried out according to the complex weighting factor for reception set up by the beam control part 40. Thereby two or more receiving antenna beams are formed. The signal corresponding to the received beam formation circuit 35-1 thru/or each receiving antenna beam from

35-3 is supplied to the receiver 11-1 in drawing 2 thru/or 11-3 respectively.

[0034] On the other hand the transmitter 12-1 in drawing 2 thru/or the sending signals TS1 thru/or TS3 from 12-3 are inputted into the transmit beam formation circuit 36-1 thru/or 36-3 respectively. In the transmit beam formation circuit 36-1 thru/or 36-3 two or more complex weighting factors for transmission set up by the beam control part 40 to the sending signal inputted into each can take advantage.

[0035] Two or more output signals from the transmit beam formation circuit 36-1 are inputted into the composing device 37-1 thru/or 37-3. Two or more output signals from the transmit beam formation circuit 36-2 are also inputted into the composing device 37-1 thru/or 37-3. Two or more output signals from the transmit beam formation circuit 36-3 are also inputted into the composing device 37-1 thru/or 37-3. In the composing device 37-1 thru/or 37-3 two or more signals inputted into each are compounded by one signal.

[0036] The composing device 37-1 thru/or the output signal from 37-3 are inputted into the up converter 38-1 thru/or 38-3 respectively. The up converter 38-1 thru/or 38-3 change an intermediate frequency (IF) or baseband (BB) into wave frequencies (RF) and inputs it into HPA 39-1 thru/or 39-3. The sending signal amplified by HPA 39-1 thru/or 39-3 is supplied to the antenna element 30-1 thru/or 30-3 respectively via the switch 31-1 thru/or 31-3 and is transmitted to a terminal unit.

[0037] The beam control part 40 sets up the complex weighting factor for reception to the received beam formation circuit 35-1 thru/or 35-3 to have mentioned above. The beam control part 40 sets up the complex weighting factor for transmission to the transmit beam formation circuit 36-1 thru/or 36-3. A weighting factor for the beam control part 40 to communicate with the same terminal unit to a mutually corresponding beam forming circuit (for example the received beam formation circuit 35-1 and the transmit beam formation circuit 36-1) by transmission and reception is set up.

[0038] The base station device (AP) 1 transmits the beacon (Beacon) to a certain time interval. Beacon is transmitted to the circumference of the base station device 1 using the transmission power which two or more terminal units (STA) 4-1 thru/or 4-3 can receive. The beacon frame needs to transmit to all the terminal unit (STA) 4-1 thru/or 4-3. Therefore since broadcast transmission is performed an indirectional pattern is used. On the other hand it is necessary to perform transmission and reception of authentication and the frame at the time of association processing according to each terminal unit (STA) 4-1 thru/or 4-3 pieces. Therefore since unicast transmission is performed a directional beam is used.

[0039] Paying attention to this feature the terminal unit (STA) 4-1 concerning a 1st embodiment thru/or 4-3 investigate the classification of data which received. This classification contains the frame transmitted by an indirectional pattern (it is also called an indirectional beam) and the frame transmitted by the directional beam. The frame transmitted by an indirectional pattern is a beacon frame specified to IEEE802.11 (IEEE802.11a and 802.11b are also included). The frames transmitted

by the directional beam are for example an authentication frame and an association frame.

[0040] The profit of the directional beam at the time of transmitting the frame addressed to a terminal unit by a unicast from the base station device 1 is presumed using the received power information at the time of an indirectional beam and the received power information at the time of a directional beam. It can be presumed more correctly that the profit of a directional beam also uses the transmission power information at the time of an indirectional beam and the transmission power information at the time of a directional beam. If frame classification (broadcast/unicast) information is not used, the profit of a directional beam will be presumed using transmission power information and received power information. It is judged whether as for a terminal unit it is possible for the base station device 1 to form a directional beam based on the result. If possible, it will be judged whether next the base station device 1 concerned and SDMA are possible. If SDMA is possible, it is constituted so that the transmission power of the data addressed to base station device 1 may be adjusted.

[0041] Drawing 4 shows roughly the example of composition of the important section of terminal unit (STA) 4-i (i= 1 thru/or 3).

[0042] Terminal unit (STA) 4-i comprises the antenna 100, the receive section 101, a received power test section, the received-data classification primary detecting element 103, the transmission power primary detecting element 104, the beam profit estimating part 105, the transmission power control section 106, the transmission section 107, and the information processing section 108. There may not be the transmission power primary detecting element 104.

[0043] Data to be sent is created by a user's operation, for example as for the information processing section 108. \*\*\*\* -- etc. -- it carries out and send data will be passed to the transmission section 107 if a Request to Send arises. The transmission section 107 changes this send data (for example an IP packet may be sufficient) into the MAC frame to which it is specified at IEEE802.11. Furthermore, the transmission section 107 changes the MAC frame as digital data into the radio signal of predetermined frequency (for example 2.4 GHz) and sends it as an electric wave via the antenna 100.

[0044] On the other hand, the signal received with the antenna 100 is inputted into the receive section 101. The receive section 101 changes the received signal into a MAC frame, extracts received data from the information field in this MAC frame, and hands the information processing section 108. The information processing section 108 performs processing for displaying received data on a display, etc. The information processing section 108 may be constituted so that variety-of-information processing may be performed besides the above.

[0045] The MAC frame specified to IEEE802.11 is used not only as a data frame for the communication which exchanges data also for access control. This access control includes getting the base station device 1 to attest in advance of communication or transmitting the message for securing a transmission right, etc. The procedure for these is specified to IEEE802.11. The receive section 101 and

the transmission section 107 perform the procedure or generate a MAC frame.

[0046] A MAC frame comprises a MAC header, a data field, and a frame check sequence (FCS) as shown in drawing 5 (a). A MAC header is a maximum of 30 bytes (in the case of a maximum of 30 bytes of MAC header, an address field is added between a sequence control field and a data field) and memorizes various control information. A data field memorizes a maximum of 2312 bytes of data. FCS is used in order to confirm whether data was sent correctly.

[0047] There are three kinds of MAC frames: the administrative frame for managing a wireless system like a beacon, the frame of authentication, or the frame of an association; the data frame for data communications; and the other frames for control used by an access control section. It is shown in type F1a in frame control F1 in a MAC header what kind of MAC frame it is. Subtype F1b in frame control F1 shows the kind of above MAC frames still more finely.

[0048] When a data frame is transmitted to a terminal unit from a base station device, a MAC header includes the transmission source address (SA) of destination address (DA), F2, BSSID (Basic Service Set Identification), F3, which are the MAC Addresses of the base station device which actually transmits a frame, and a frame like drawing 5 (a). In the case of an administrative frame, the position of BSSID and SA becomes reverse, and an address field becomes the order of DA, SA, and BSSID. The destination address F2 holds the broadcast address defined beforehand and the address of each terminal unit (STA) 4-i. In the case of a control frame (for example, RTS/CTS), a MAC header becomes frame control and any two order, Duration/ID and the address fields, RA, TA, and BSSID, and an address field is set to one depending on the kind of frame. A frame body is lost. In the case of RTS, a MAC header becomes the order of frame control, Duration/ID, RA, TA, and FCS. In the case of CTS, a MAC header becomes the order of frame control, Duration/ID, RA, and FCS.

[0049] It returns to explanation of drawing 4 and when frame data is received in the receive section 101, the received power test section 102 is constituted so that the electric power (received power) induced by the antenna may be measured.

[0050] The received-data classification primary detecting element 103 judges that by which the MAC frame concerned was broadcast from the information held at the data field F4, which is the MAC header part and frame body in the MAC frame obtained in the receive section 101, and the thing by which the unicast was carried out.

[0051] Namely, from type F1a in a MAC frame and subtype F1b. It is judged whether the MAC frame concerned is a beacon frame (broadcast frame data) or it is a frame (frame data by which the unicast was carried out) of authentication or an association.

[0052] The received-data classification primary detecting element 103 can also judge that by which the MAC frame concerned was broadcast and the thing by which the unicast was carried out from destination address (DA) F2 in the MAC frame obtained in the receive section 101. However, here explains taking the case of the case of the former.

[0053] The transmission power primary detecting element 104 extracts the information (transmission power information) about the transmission power at the time of transmitting the MAC frame concerned from the base station device 1 out of the MAC frame obtained in the receive section 101. Although the power value itself may be sufficient as transmission power information it may be a relative value (for example level value) on the basis of a certain value defined beforehand. In short what is necessary is just the information how much change of transmission power is can judge the terminal unit (STA) 4-i side to be. Transmission power information is stored in the position as which the MAC frame was determined beforehand. For example a beacon authentication Although the field (it is reserved) of the undefined is in the data field F4 of drawing 5 (a) which is frame body such as an association by an IEEE802.11 (IEEE802.11a and 802.11b are also included) standard It is desirable to show transmission power information using these. However it does not restrict in this case but may be shown using the field which is intact on employment of the radio communications system in a MAC frame.

[0054]. For example it is all over the field of status code (status code) which is held in the information field of drawing 5 (a) which is an authentication frame body in the case of the frame of authentication. Transmission power information can also be expressed using the status code of the undefined one or more (refer to drawing 5 (b)).

[0055] The transmission power of various MAC frames is defined beforehand and corresponding to the kind of MAC frame such as a beacon authentication and an association it may constitute so that the transmission power may be beforehand memorized to the transmission power primary detecting element 104. In this case the transmission power primary detecting element 104 is the received-data classification primary detecting element 103 and if the kind of received MAC frame is detected it will read the transmission power corresponding to that kind.

[0056] The classification of the received data concerned detected in the data type primary detecting element 103 to the data which the beam profit estimating part 105 received in the receive section 101 The profit of the directional beam is presumed from the transmission power information of the received power measured by the received power test section 102 and the received data concerned obtained in the transmission power primary detecting element 104. the classification of data -- broadcast frame data like a beacon frame -- or frame data like authentication or an association by which the unicast was carried out is shown. And the existence of directional beam control of the base station device 1 is judged. When this value (level) is furthermore more than a predetermined level it is judged that SDMA is possible.

[0057] When the beam profit estimating part 105 judges that SDMA is possible the transmission power control section 106 lowers only the level which was able to define beforehand the transmission power of the data addressed to base station device 1 for example. It is preferred that it is the smallest possible transmission power i.e. necessary minimum transmission power within desirable limits which can receive the base station device 1. The circuit for performing transmission power

control itself is publicly known.

[0058] Drawing 6 is a flow chart for explaining the processing operation of terminal unit (STA) 4-i.

[0059] In drawing 6 terminal unit (STA) 4-i will become receiving mode if one [ a power supply ] (Step S1) (Step S2). For example if there is a demand from the base station device 1 it will be in the state where it can communicate by establishing a connection always.

[0060] In the state of receiving mode the Request to Send for transmitting data to terminal unit (STA) 4-i (for example a user's operation) occurs and suppose that the connection establishment request for connecting with the base station device 1 occurred the self-device (Step S3). In this case between terminal unit (STA) 4-i and the base station device 1 -- authentication -- an association -- processing is performed (step S4 Step S5). About the establishment method of connection such as authentication and an association it is based on the IEEE802.11 (IEEE802.11a and IEEE802.11b are also included) standard.

[0061] If authentication and an association are completed normally and the connection between terminal unit (STA) 4-i and the base station device 1 is established terminal unit (STA) 4-i can communicate with the base station device 1 through this connection (Step S6).

[0062] If the disconnect request of the connection between the base station device 1 produces terminal unit (STA) 4-i disassociation (Disassociation) and DIOSEN -- a ticket -- SHON (Deauthentication) pass operation -- cutting the connection established [ above-mentioned ] -- (Step S8 and step S9) -- it shifts to receiving mode again (Step S2).

[0063] disassociation and DIOSEN -- a ticket -- about the method of cutting connection such as SHON it is based on the IEEE802.11 (IEEE802.11a and IEEE802.11b are also included) standard.

[0064] Next with reference to drawing 7 any one of terminal unit (STA) 4-i (for example terminal unit (STA) 4-1) is taken for an example and the transmission-power-control procedure at the time of transmitting data to the base station device 1 is explained.

[0065] From the base station device 1 the beacon frame is transmitted to every constant period (it is not necessary to be an exact cycle strictly) (Step S101). Theoretically terminal unit (STA) 4-i besides [ receiving mode / of Step S2 of drawing 6 ] the time DIOSEN of the authentication of step S4 the association of Step S5 the disassociation of Step S8 and step S9 -- a ticket -- during processing of SHON reception of a beacon frame is possible also in communicate mode. For example at the time of receiving mode the terminal unit (STA) 4-1 When it judges that the data received via the antenna 100 is a beacon frame in the receive-packet classification primary detecting element 103 It was contained in the beacon frame concerned from the received power and the transmission power primary detecting element 104 of the beacon frame concerned measured by the received power test section 102 or the transmission power information beforehand memorized to beacon frame correspondence is inputted into the beam profit



estimating part 105 (Step S102).

[0066]The received power and transmission power information which were then measured whenever it received the beacon frame may be made into a pair and it may memorize to a time series.

[0067]Then connection establishment arises in the terminal unit (STA) 4-1 (Step S3 of drawing 6) and suppose that it shifted to processing of the authentication of step S4 of drawing 6. In this case first the transmission section 107 of the terminal unit (STA) 4-1 as opposed to the base station device 1 (addressing to the base station device 1) The authentication frame of authentication transaction sequence number = (only referred to as ATSN below) 1 which is a signal which starts the demand of authentication is transmitted (Step S103). In that case a terminal unit transmits the authentication frame of ATSN=1 with the transmission power when there is transmission power set up by the transmission power control section 106 before on the occasion of the data transmission towards the base station device 1 concerned. When that is not right it may be made to transmit with the default transmission power defined beforehand.

[0068]ATSN is shown in the data field F4 which is a frame body of an authentication frame.

[0069]Based on the received power at that time etc. the base station device 1 which received the authentication frame of ATSN=1 sets up the directional beam turned to the terminal unit (STA) 4-1 (Step S104). That is the above-mentioned weighting factor corresponding to the direction in which the terminal unit (STA) 4-1 exists is set up.

[0070]The base station device 1 transmits the authentication frame (response of the authentication frame of ATSN=1) of ATSN=2 to the terminal unit (STA) 4-1 using this set-up directional beam (Step S105).

[0071]As mentioned above transmission power information may be included in the authentication frame of this ATSN=2.

[0072]When the receive-packet classification primary detecting element 103 judges that the data received via the antenna 100 is an authentication frame of ATSN=2 The received power of the frame concerned measured by the received power test section 102 by the beam profit estimating part 105 It was extracted from the frame concerned by the transmission power primary detecting element 104 or the transmission power information beforehand memorized to authentication frame correspondence of ATSN=2 is inputted (Step S106). When as for this a base station does not set up a directional beam the angle of beam spread of the 1st directional beam in a base station was decided beforehand (comparatively widely) and it is possible for a terminal unit at the time of known.

[0073]At this time the beam profit estimating part 105 and the transmission power control section 106 perform processing as shown in drawing 8 using the received power and transmission power information of an authentication frame of ATSN=2 which were acquired at Step S106 of drawing 7 and adjust transmission power (Step S107).

[0074]In drawing 8 first the beam profit estimating part 105 Received power and

transmission power information of the received beacon frame which were acquired at Step S102 of drawing 7 The existence of directional beam control of the base station device 1 is judged from the received power of the authentication frame of ATSN=2 and transmission power information which were acquired at the above-mentioned step S106 (Step S201). That is if it is put in another way as the existence of directional beam control it will be whether directivity is extracted for turning and whether the antenna beam is turned to the terminal unit (STA) 4-1 terminal unit (STA) 4-1 in the base station device 1.

[0075] For example the transmission power information of a beacon frame transmitted by the indirectional pattern presupposes that the received power was "2" by "3." And the transmission power information of an authentication frame which has probably been transmitted using the directional beam presupposes that the received power was "4" by "3." The numerical value shown here shows the level corresponding to not a actual power value but a power value. Thus if received power becomes large that the transmission power of the base station device 1 is not different from "3" it will be presumed that the base station device 1 is performing directional beam control which has a profit of level 1 for example. The existence of directional beam control can be similarly judged from a promise (or assumption) that transmission power with same base station has transmitted at the time of the procedure which deleted detection of transmission power.

[0076] Similarly the transmission power information of a beacon frame presupposes that the received power was "2" by "3." And the transmission power information of an authentication frame presupposes that the received power was "4" by "4." Thus although only "1" is large the transmission power of the base station device 1 received power -- "2" -- also when the degree of change of the transmission power of becoming large and the degree of change of received power do not correspond it is presumed that the base station device 1 is performing directional beam control which has a profit of level 1 for example.

[0077] The transmission power information of a beacon frame presupposes that the received power was "2" by "3." And the transmission power information of an authentication frame presupposes that the received power was "3" by "4." At this time in connection with the transmission power of the base station device 1 having become large only "1" also in received power only "1" is large and the degree of change of transmission power and the degree of change of received power correspond. Since the transmission power control in the base station device 1 occurs and received power is also changing corresponding to it at this time it can be presumed that the base station device 1 has not carried out directional beam control which used the directional antenna.

[0078] Presumed accuracy can be raised by presuming from the received result of two or more beacon frames and two authentication frames or more.

[0079] If it is judged that directional beam control is performed by the base station device 1 at the above-mentioned step S201 it will be judged next with the base station device 1 whether it is strong sufficient antenna beam in which directivity is enough extracted for turning and in which SDMA is possible terminal unit (STA) 4-

1. Namely the level of the profit of a directional beam presumed as mentioned above judges that SDMA is possible for the beam profit estimating part 105 for example for example at the time (Step S202) more than a predetermined level (Step S203).

[0080] For example if there is a profit of the directional beam of one or more levels it will be judged here that it is enough for the diaphragm condition in the base station device 1 to perform SDMA (it is judged that SDMA is possible).

[0081] Step S202 may not necessarily be required judgment and there may not be. In this case when it judges that the base station device 1 is performing directional beam control at Step S201 Step S202 and Step S203 are skipped and it progresses to Step S204.

[0082] When the beam profit estimating part 105 judges that SDMA is possible as mentioned above at Step S203 it progresses to Step S204 and the transmission power control section 106 lowers only the level which was able to define beforehand the transmission power of the data addressed to base station device 1 and sets the transmission power of the data addressed to base station device 1 as necessary minimum preferably. That is it is preferably set as a sufficiently small value in the range which can receive the base station device 1.

[0083] It returns to explanation of drawing 7 and when transmission power control is performed according to drawing 8 and new transmission power is set up at Step S107 the set-up transmission power is used as transmission power in the case of the data transmission addressed to base station device 1 of after that.

[0084] An association will be performed if regulation of IEEE802.11 is followed next after authentication is completed normally. That is when transmission power is set up at Step S107 the transmission section 107 of the terminal unit (STA) 4-1 is the set-up transmission power and transmits the association request frame for requiring the start of an association to the base station device 1 (Step S108).

[0085] The base station device 1 which received the association request frame normally transmits an association response frame to the terminal unit (STA) 4-1 as the response (Step S109). After an association is completed normally an access control phase is completed and transmission and reception of a data frame are performed between the base station devices 1 by the communicate mode of Step S6 of drawing 6 (Step S110).

[0086] Next with reference to drawing 9 the case where authentication of a common key (shared key) is carried out is explained. A same sign is given to drawing 7 and identical parts and a different portion is explained. That is in the case of the authentication of a common key the terminal unit (STA) 4-1 is Step S105 and after receiving the authentication frame of ATSN=2 the authentication frame of ATSN=3 is transmitted to the base station device 1 (Step S151). When there is transmission power set up by the transmission power control section 106 before on the occasion of the data transmission towards the base station device 1 concerned at that time the authentication frame of ATSN=3 is transmitted with the transmission power. When that is not right it may be made to transmit with the default transmission power defined beforehand.

[0087]The base station device 1 which received the authentication frame of ATSN=3 re(Step S152) sets up the directional beam turned to the terminal unit (STA) 4-1 based on the received power at that time etc. That is the above-mentioned weighting factor corresponding to the direction in which the terminal unit (STA) 4-1 exists is reset up.

[0088]The base station device 1 transmits the authentication frame of ATSN=4 to the terminal unit (STA) 4-1 using this set-up directional beam (Step S153).

[0089]As mentioned above transmission power information may be included in the authentication frame of this ATSN=4.

[0090]When it judges that the data received via the antenna 100 is an authentication frame of ATSN=4 in the received-data classification primary detecting element 103 The received power of the frame concerned measured by the beam profit estimating part 105 by the received power test section 102 It was extracted from the frame concerned by the transmission power primary detecting element 104 or the transmission power information beforehand memorized to authentication frame correspondence of ATSN=4 is inputted (Step S154).

[0091]Received power and transmission power information of the received beacon frame which the beam profit estimating part 105 and the transmission power control section 106 acquired at Step S102 of drawing 7 at this time Processing as shown in drawing 8 using the received power and transmission power information of an authentication frame of ATSN=4 which were acquired at the above-mentioned step S154 is performed and transmission power is set up (Step S155).

[0092]It is the same as that of the processing operation after Step S108 of drawing 7 henceforth.

[0093]Next with reference to drawing 10 the case where the terminal unit (STA) 4-1 performs transmission power control in not in the case of authentication but the case of an association is explained. A same sign is given to drawing 7 and identical parts and a different portion is explained. Namely the terminal unit (STA) 4-1 is Step S105 and after receiving the authentication frame of ATSN=2 Step S106 and Step S107 are skipped It progresses to Step S108 and the association request frame for requiring the start of an association is transmitted to the base station device 1 (Step S108). The base station device 1 which received the association request frame normally transmits an association response frame to the terminal unit (STA) 4-1 as the response (Step S110).

[0094]Transmission power information as well as the case of the authentication frame mentioned above may be included in this association response frame.

[0095]When the received-data classification primary detecting element 103 judges that the data received via the antenna 100 is an association response frame It was extracted from the frame concerned by the received power and the transmission power primary detecting element 104 of the frame concerned measured by the received power test section 102 or the transmission power information beforehand memorized to association response frame correspondence is inputted into the beam profit estimating part 105 (Step S161).

[0096]At this time the beam profit estimating part 105 and the transmission power

control section 106 Processing as shown in drawing 8 is performed using the received power of the received beacon frame and transmission power information which were acquired at Step S102 and the received power and transmission power information of an association response frame which were acquired at the above-mentioned step S161 and transmission power is set up (Step S162).

[0097] After an association is completed normally an access control phase is completed and transmission and reception of a data frame are performed between the base station devices 1 by the communicate mode of Step S6 of drawing 6 (Step S163).

[0098] The base station device 1 which received the association request frame sets up the directional beam turned to the terminal unit (STA) 4-1 based on the received power at that time etc. (Step S109). And an association response frame is transmitted to the terminal unit (STA) 4-1 (Step S110). As for Steps S104 and S109 it may both be and only one of the two is.

[0099] As explained above according to a 1st embodiment of the above terminal unit (STA) 4-i The received power at the time of receiving the data which the base station device 1 transmits by broadcasting From the received power at the time of receiving the data which the base station device 1 transmits by a unicast. It is judged whether the base station device 1 is performing directional beam control (when it judges that directional beam control is performed it is judged whether it is enough for a further directive diaphragm condition to perform SDMA). When it judges that the base station device 1 is performing directional beam control (in sufficient directive diaphragm condition to perform SDMA) It is reducible by resetting preferably the transmission power for the data transmission addressed to future base station device 1 as necessary minimum that it is interfering for example to communication of terminal unit (STA) 4-i ( $i = 23$ ).

[0100] When the terminal unit (STA) 4-1 performs transmission power control as mentioned above It compares with the case where the terminal unit (STA) 4-1 does not perform the above transmission power control Since the received power of the sending signal turned to the base station device 1 from the terminal unit (STA) 4-1 is small enough when other terminal unit (STA) 4-i ( $i = 23$ ) carries out carrier sensing the case where it is detected as a radio medium being busy decreases. Namely in other terminal unit (STA) 4-i ( $i = 23$ ) When received power of the signal transmission from the terminal unit (STA) 4-1 to the base station device 1 is not detected Other terminal unit (STA) 4-i ( $i = 23$ ) does not set up NAV (Network Allocation Vector) specified to IEEE802.11 (if NAV is set up). A terminal unit will refrain from access to the time specified in NAV and the base station device 1. moreover -- the base station device 1 also hides to communication between the terminal units (STA) 4-1 -- NAV as a measure for a terminal problem -- being concerned -- others in order to make it set up by terminal unit (STA) 4-i ( $i = 23$ ) There is no necessity of transmitting the data transmitted to the terminal unit (STA) 4-1 using the directional beam used for communication with the terminal unit (STA) 4-1 and other separated directional beams to terminal unit (STA) 4-i ( $i = 23$ ).

[0101]Therefore it can become possible [ two or more terminal unit (STA) 4-i ( $i=1$  thru/or 3) and SDMA ] for the base station device 1 and the number of multiplex connection can be made to increase as compared with the case where terminal unit (STA) 4-i does not perform the above-mentioned transmission power control.

[0102]The received-data classification primary detecting element 103 of a 1st embodiment of the above. [ whether the received frame data is frame data of broadcasting to be transmitted by the indirectional pattern if the base station device 1 is performing directional beam control and ] Or if the base station device 1 is performing directional beam control it is for identifying whether it is frame data of a unicast which will form a directional beam and will be transmitted. The received-data classification primary detecting element 103 extracts the information which is type F1a in the MAC frame obtained in the receive section 101 subtype F1b and the data field F4 in that case. It was being identified whether it is the classification, i.e. the beacon frame broadcast of the frame data received from these or they were the authentication frame / association frame by which a unicast is carried out.

[0103]In order to judge whether the base station device 1 is performing directional beam control and to identify the frame data of broadcasting and the frame data of a unicast. It is possible also by checking the destination address in the frame data transmitted from the base station device 1 besides the above-mentioned technique. Namely the received-data classification primary detecting element 103 checks the destination address (DA) of the MAC frame shown in drawing 5 (a) When it is a broadcast address a case is a beacon frame as a frame broadcast and when the address of the self-device is specified it can also be judged as the frame by which a unicast is carried out. The received-data classification of the frame broadcast also in this case or the frame by which the unicast was carried out can be detected and it can realize like the above.

[0104](A 2nd embodiment) Although a 1st embodiment of the above explained the case where terminal unit (STA) 4-i performed transmission power control a 2nd embodiment explains the case where terminal unit (STA) 4-i controls a carrier sense level.

[0105]Also in this case are the same as that of a 1st embodiment fundamentally and terminal unit (STA) 4-i The received power at the time of receiving the data which the base station device 1 transmits by broadcasting From the received power at the time of receiving the data which the base station device 1 transmits by a unicast. It is judged whether the base station device 1 is performing directional beam control (when it judges that directional beam control is performed it is judged whether it is enough for a further directive diaphragm condition to perform SDMA). When it judges that the base station device 1 is performing directional beam control (in sufficient directive diaphragm condition to perform SDMA) it resets up in the direction which raises the carrier sense level of future self-devices and it adjusts so that the sensitivity of carrier sensing may be held down to necessary minimum.

[0106]Drawing 11 is what showed the example of composition of the important

section of terminal unit (STA) 4-i concerning a 2nd embodiment gives identical codes to the same part as drawing 4 and explains only a different portion to it. That is in drawing 11 the carrier sensing control section 109 is newly added.

[0107] When it judges that SDMA is possible by the beam profit estimating part 105 the carrier sensing control section 109 sets up highly the career sense level in CSMA of a self-device to such an extent that the function is not spoiled and it adjusts it so that the sensitivity of carrier sensing may be stopped. The circuit for raising or lowering a career sense level is publicly known.

[0108] The timing which sets up a career sense level by the carrier sensing control section 109 is the same as that of the case of the transmission power control of a 1st embodiment. That is it replaces with setting out of transmission power and simultaneously with setting out of the transmission power in Step S107 of drawing 7 Step S155 of drawing 9 and Step S162 of drawing 10 the carrier sensing control section 109 sets up a career sense level.

[0109] Drawing 12 is a flow chart for explaining a career sense level control procedure. Identical codes are given to drawing 8 and identical parts and a different portion is explained.

[0110] The beam profit estimating part 105 in Step S106 of drawing 7 Step S154 of drawing 9 and Step S161 of drawing 10. The received power at the time of receiving the data which the base station device 1 transmits by broadcasting as drawing 8 explained and the transmission power information corresponding to the received data concerned From the received power at the time of receiving the data which the base station device 1 transmits by a unicast and the transmission power information corresponding to the received data concerned it is judged whether the base station device 1 is performing directional beam control. When it judges that directional beam control is performed it is judged whether a directive diaphragm condition in the base station device 1 is still more enough to perform SDMA. For example when the level of the profit of a directional beam is more than a predetermined level it is judged that SDMA is possible (Step S201 thru/or Step S203). The judging process of Step S202 thru/or Step S203 may not be like the case of a 1st embodiment. In this case it is Step S201 and when it judges that the base station device 1 is performing directional beam control Step S202 and Step S203 are skipped and it progresses to Step S205.

[0111] At Step S203 when the beam profit estimating part 105 judges that SDMA is possible Only the level which was able to be defined beforehand raises the career sense level of a self-device for example and the carrier sensing control section 109 sets it up stop the sensitivity of carrier sensing (Step S205). Carrier sensing is henceforth performed using this set-up career sense level.

[0112] The received power at the time of the terminal unit (STA) 4-1 receiving the data which the base station device 1 transmits by broadcasting according to a 2nd embodiment of the above as explained above From the received power at the time of receiving the data which the base station device 1 transmits by a unicast it is judged whether the base station device 1 is performing directional beam control. (When it judges that directional beam control is performed it is judged whether it is

enough for a further directive diaphragm condition to perform SDMA). When it judges that the base station device 1 is performing directional beam control (in sufficient directive diaphragm condition to perform SDMA) the carrier sense level of a self-device is raised and a minimum degree stops the sensitivity of carrier sensing preferably. By doing so detecting the electric wave emitted in the case of the communication with the base station device 1 of other terminal unit (STA) 4-i ( $i = 2, 3$ ) other than the self-device which exists near the self-device in the case of subsequent carrier sensing decreases. therefore the terminal unit (STA) 4-1 — being concerned — others since a send action is started noting that terminal unit (STA) 4-i does not exist NAV (Network Allocation Vector) specified to IEEE802.11 is not set up (when NAV is set up a terminal unit will refrain from access to the time specified in NAV and the base station device 1). In order for the base station device 1 to also make NAV set up among two or more terminal unit (STA) 4-i ( $i = 1$  thru/or 3) There is no necessity of transmitting the data transmitted to each terminal unit (STA) 4-i ( $i = 1$  thru/or 3) using the separated directional beam to other terminal unit (STA) 4-j ( $j = 1$  thru/or 3). However the address of the transmission destination in this explanation becomes exclusive. For example if the first transmission destination is the terminal unit 1 the transmission destination to which it is shown below becomes the terminal units 2 and 3.

[0113] Therefore it can become possible [ two or more terminal unit (STA) 4-i ( $i = 1$  thru/or 3) and SDMA ] for the base station device 1 and the number of point-to-multipoint connections can be made to increase as compared with the case where terminal unit (STA) 4-i does not perform the above-mentioned carrier sense level control.

[0114] Terminal unit (STA) 4-i has the above-mentioned carrier sensing control section 109 and the transmission power control section 106 mentioned above and it may be made to control it based on a carrier sense level and transmission power and may be made to control only either as shown in drawing 11. Even if it is any it does not deviate from the gist of this invention.

[0115] Terminal unit (STA) 4-i may be the composition which has only either one of the above-mentioned carrier sensing control section 109 or transmission power control section 106 mentioned above.

[0116] (A 3rd embodiment) In IEEE802.11 an access control system called RTS (request to send)/CTS (clear to send) is defined. this differs from drawing 5 (a) (however a MAC header part — RTS — frame control F1 —) [ Duration ID and ] It is set to RA and TA and it is set to frame control F1 Duration ID and RA and both the frame bodies F4 cannot be found at CTS. It is the method of securing a transmission right using the control frame in a MAC frame. In RTS/CTS control although the RTS frame and the CTS frame are used it can be judged by type F1a and subtype F1b in frame control F1 in a MAC header whether it is the RTS frame or it is the CTS frame.

[0117] This RTS/CTS control system is applicable also to the radio communications system of drawing 1. In this case if the base transceiver station 1 receives the RTS frame from terminal unit (STA) 4-i the CTS frame returned to



the terminal unit (STA) 4-i concerned as that response will be transmitted using the directional beam concerned set up for terminal-unit (STA) 4-i Turning. Then paying attention to this point transmission power and control of a career sense level are performed by terminal unit (STA) 4-i like a 1st and 2nd embodiment of the above from the received power of the received beacon frame and the received power of the received CTS frame.

[0118] Since it is the same as that of a 1st and 2nd above-mentioned embodiment almost except its 3rd embodiment is described briefly hereafter.

[0119] Terminal unit (STA) 4-i (for example terminal unit (STA) 4-1) which the Request to Send produced transmits the RTS frame to the base station device 1. When there is transmission power set up by the transmission power control section 106 before on the occasion of the data transmission towards the base station device 1 concerned at that time the RTS frame is transmitted with the transmission power. When that is not right it may be made to transmit with the default transmission power defined beforehand.

[0120] The base station device 1 will set up the directional beam turned to the terminal unit (STA) 4-1 based on the received power at that time etc. if the RTS frame is received. That is the above-mentioned weighting factor corresponding to the direction in which the terminal unit (STA) 4-1 exists is set up.

[0121] The base station device 1 transmits the CTS frame to the terminal unit (STA) 4-1 using this set-up directional beam. Transmission power information as well as the case of the above-mentioned authentication may be included in this CTS frame.

[0122] When it judges that the data received via the antenna 100 is the CTS frame in the received-data classification primary detecting element 103 the received power of the frame concerned measured by the received power test section 102 and the transmission power information which it was extracted from the frame concerned by the transmission power primary detecting element 104 or was beforehand memorized to CTS frame correspondence are inputted into the beam profit estimating part 105. The angle of beam spread of the 1st directional beam in a base station was decided beforehand (comparatively widely) and this is possible for a terminal unit at the time of known when a base station does not set up a directional beam.

[0123] At this time the beam profit estimating part 105 and the transmission power control section 106 perform processing as shown in drawing 8 using the received power of the above-mentioned CTS frame and the received power of the received beacon frame which was obtained for example at Step S102 of drawing 7 and set up transmission power.

[0124] Or processing as shown in drawing 12 is performed and a career sense level is set up.

[0125] Although the above-mentioned explanation is a case where the RTS frame is transmitted to the base station device 1 from terminal unit (STA) 4-i it may transmit the RTS frame to terminal unit (STA) 4-i from the base station device 1 conversely.

[0126]Next the case where the RTS frame is transmitted to terminal unit (STA) 4-i from the base station device 1 is explained.

[0127]In this case the time of the base station device 1 having received the frame data before transmitted from terminal unit (STA) 4-i made into a communications partner -- a basis [ received power / at that time ] -- being concerned -- a directional beam is set up for terminal-unit (STA) 4-i turning and the RTS frame is transmitted.

[0128]Then paying attention to this point transmission power and control of a carrier sense level can also be performed by terminal unit (STA) 4-i like a 1st and 2nd embodiment of the above from the received power of the received beacon frame and the received power of the received RTS frame.

[0129]Namely when it judges that the data which terminal unit (STA) 4-i received via the antenna 100 is the RTS frame in the received-data classification primary detecting element 103 It was extracted from the frame concerned by the received power and the transmission power primary detecting element 104 of the frame concerned measured by the received power estimating part 102 or the transmission power information beforehand memorized to RTS frame correspondence is inputted into the beam profit estimating part 105. However as mentioned above the angle of beam spread of the 1st directional beam in a base station was decided beforehand (comparatively widely) and this is possible at the time of known for a terminal unit when a base station does not set up a directional beam.

[0130]At this time the beam profit estimating part 105 and the transmission power control section 106 Processing as shown in drawing 8 is performed using the received power of the above-mentioned RTS frame transmission power information and the received power and transmission power information of the received beacon frame that were acquired for example at Step S102 of drawing 7 and transmission power is set up.

[0131]Processing as comes simultaneously shown in drawing 12 may be performed and a carrier sense level may be set up.

[0132]Or it may be made to perform setting out of transmission power and setting out of a carrier sense level simultaneously.

[0133]When transmission power control is performed as mentioned above and new transmission power is set up by terminal unit (STA) 4-i it is the set-up transmission power and the CTS frame is transmitted to the base station device 1.

[0134]If the CTS frame is received from the received power at that time etc. the base station device 1 will reset up the directional beam concerned to terminal-unit (STA) 4-i Turn and will use it for communication with the subsequent terminal unit (STA) 4-i concerned.

[0135]Thus the effect same also in a 3rd embodiment of the above as the case of a 1st and 2nd embodiment can be acquired.

[0136]As the above 1st thru/or a 3rd embodiment explained when each of two or more terminal unit (STA) 4-i controls transmission power and a carrier sense level for communication with the base station device 1 a communication configuration as

shown below is also possible.

[0137]Namelyalthough the base station device 1 explained the case where one terminal unit (STA) 4-i and communication were performed by one directional beamby explanation of the 1st thru/or a 3rd embodimentAs shown in drawing 13the base station device 1 may be made to communicate with two or more terminal units (drawing 13 the terminal unit (STA) 4-14-2) by one directional beam.

[0138]For examplea directional beam to the terminal unit (STA) 4-1 and other terminal units which will have a similar pattern. the case where (the for exampleterminal unit (STA) 4-2) exists -- the base station device 1 -- the directional beam 3-4 to the terminal unit (STA) 4-1 -- being concerned -- others -- it also assigns in common the terminal unit (STA) 4-2. In this casethe right to access by CSMA/CA on condition of sharing the same directional beam as the base station device 1 between the terminal unit (STA) 4-1 which was able to assign the one directional beam 3-4 in commonand 4-2 will be acquired from the base station device 1.

[0139]At the time of application of a gestalt as shown in drawing 13for the communication with the base station device 1 of each of two or more terminal unit (STA) 4-iThe terminal unit (STA) 4-1 to the terminal unit (STA) 4-3 which was able to assign the directional beam 3-5 which is different in the above-mentioned directional beam 3-4 from the base station device 1 by controlling transmission power and a career sense levelthe interference from 4-2Or the terminal unit (STA) 4-1 of the signal transmitted towards the terminal unit (STA) 4-3 which was able to assign the directional beam 3-5 from the base station device 1and the interference to 4-2 are loweredThe number of point-to-multipoint connections can be made to increase as compared with the case where become possible [ two or more terminal unit (STA) 4-i and SDMA ] for the base station device 1and control of transmission power or a career sense level is not performed by the terminal unit (STA) 4-i side.

[0140]Although the radio communications system explained by the 1st thru/or a 3rd embodiment comprised one BSS which consists of the radio terminals (STA) 4-1 as two or more wireless clients connected with the base station device (AP) 1 as one access point there thru/or 4-3In this caseit does not restrictbut as shown in drawing 14two or more base station devices as an access point exist (here)For examplethis invention is applicable also to the two base station devices 1-11-2and the radio communications system that consists of two or more BSS (hereit is twothe 1st BSS and the 2nd BSSfor example).

[0141]Also in this casetwo or more terminal unit (STA) 4-i (for examplein drawing 14.) Each of the terminal unit (STA) 4-14-24-10and 4-11 for communication with the base station device 1-1 or the base station device 1-2By controlling transmission power and a career sense levelthe base station device 1The number of point-to-multipoint connections can be made to increase as compared with the case where two or more terminal unit (STA) 4-i and SDMA become possibleand control of transmission power or a career sense level is not performed by the terminal unit (STA) 4-i side.

[0142]Terminal unit (STA) 4-i The receiving mode of drawing 6 (Step S2)Authentication (step S4)an association (Step S5)communicate mode (Step S6)disassociation (Step S7)and DIOSEN -- a ticket -- also in any of SHON (Step S8)since a beacon frame is theoretically receivableIf the frame transmitted to the self-device after that (unicast) was receivedthe transmission power control and career sense level control which were shown in drawing 8 and drawing 12 can be performed at any time.

[0143]the invention in this application is not limited to each above-mentioned embodimentand in the range which does not deviate from the gistmany things are boiled and it can be changed at an execution phase Each embodiment may be combined as suitably as possibleand may be carried outand the effect together put in that case is acquired. The invention of various stages is included in each above-mentioned embodimentand various inventions may be extracted by the proper combination in two or more constituent features indicated. For examplewhen an invention is extracted from all the constituent features shown in an embodiment by some constituent features being omittedand carrying out the extracted inventionan abbreviation portion is suitably compensated by common knowledge commonly used art.

[0144]

[Effect of the Invention]As explained abovewhen a SDMA method is applied to a CSMA method according to this inventionthe radio terminal communications system and radio terminal which can perform efficient data transmission and reception between a base station device and two or more radio terminals can be provided.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a figure showing the example of composition of the wireless LAN system which is a radio communications system concerning a 1st embodiment of this invention.

[Drawing 2]It is a figure showing the example of composition of a base station device.

[Drawing 3]It is a figure showing the example of composition of an adaptive array antenna.

[Drawing 4]It is a figure showing the example of composition of a radio terminal.

[Drawing 5]It is a figure for explaining the MAC frame specified to IEEE802.11.

[Drawing 6]It is a flow chart for explaining the processing operation of a radio terminal.

[Drawing 7]It is a figure for explaining the transmission-power-control procedure at the time of transmitting and receiving data between a radio terminal and a base station device.

[Drawing 8]It is a flow chart for explaining the transmission-power-control

procedure of a radio terminal.

[Drawing 9] It is a figure for explaining the transmission-power-control procedure at the time of transmitting and receiving data between a radio terminal and a base station device and is a figure showing the case where authentication (authentication) of a common key (Shared key) is carried out.

[Drawing 10] It is a figure for explaining the transmission-power-control procedure at the time of transmitting and receiving data between a radio terminal and a base station device and is a figure showing the case where transmission power control is performed in the case of association (association).

[Drawing 11] It is a figure showing other examples of composition of a radio terminal.

[Drawing 12] It is a flow chart for explaining the control procedure of the carrier sense level of a radio terminal.

[Drawing 13] It is a figure for explaining the case where the one base station device 1 communicates with two or more terminal units by one directional beam.

[Drawing 14] It is a figure showing roughly the composition of the radio communications system which consists of two or more BSS.

[Description of Notations]

11-11-2 ... Base station device

2 ... Adaptive array antenna

3-1 to 3-5 ... Antenna beam

4-1 to 4-34-104-11 ... Terminal unit (radio terminal)

5 ... Backbone network

11-1 to 11-3 ... Receiver

12-1 to 12-3 ... Transmitter

13 ... Reception control part

14 ... Transmission control part

30-1 to 30-3 ... Antenna element

31-1 to 31-3 ... Transmission-and-reception change-over switch

32-1 to 32-3 ... Low noise amplifier

33-1 to 33-3 ... Down converter

34-1 to 34-3 ... Distributor

35-1 to 35-3 ... Received beam formation circuit

36-1 to 36-3 ... Transmit beam formation circuit

37-1 to 37-3 ... Composing device

38-1 to 38-3 ... Up converter

39-1 to 39-3 ... High-frequency power amplifier

40 ... Beam control part

100 ... Antenna

101 ... Receive section

102 ... Received power test section

103 ... Received-data classification primary detecting element

104 ... Transmission power primary detecting element

105 ... Beam profit estimating part

106 ... Transmission power control section

107 ... Transmission section

108 ... Information processing section

109 ... Carrier sensing control section

---

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-124878

(P2003-124878A)

(43) 公開日 平成15年4月25日 (2003. 4. 25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 4 B 7/26	1 0 2	H 0 4 B 7/26	1 0 2 5 K 0 3 3
H 0 4 L 12/28	3 0 0	H 0 4 L 12/28	3 0 0 M 5 K 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2002-211414 (P2002-211414)

(22) 出願日 平成14年7月19日 (2002. 7. 19)

(31) 優先権主張番号 特願2001-239198 (P2001-239198)

(32) 優先日 平成13年8月7日 (2001. 8. 7)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 足立 朋子

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 伊藤 晋朗

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

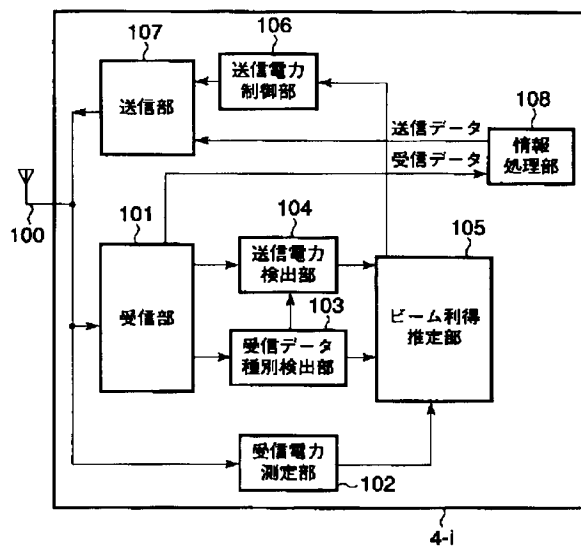
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システム及び無線端末装置

(57) 【要約】

【課題】 C S M A方式にS D M A方式を適用して、基地局装置と複数の端末装置との間の伝送効率の向上が図れる無線通信システムを提供する。

【解決手段】 端末装置は、基地局装置からブロードキャストされる第1のデータを受信する手段と、前記基地局装置から自装置宛にユニキャストされた第2のデータを受信する手段と、前記第1のデータを受信した際に測定した受信電力と、前記第2のデータを受信した際に測定した受信電力とを基に、前記基地局装置の指向性ビーム制御の有無を判断する手段と、前記基地局装置が指向性ビーム制御を行なっていると判断したときは、該基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力を調節する調節手段とを具備する。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 基地局装置と複数の端末装置との間でデータの送受信を行なう無線通信システムにおいて、前記端末装置は、

前記基地局装置がデータを送信する際の送信電力と、前記基地局装置から送信されたデータを受信した際に測定した受信電力と、該受信したデータの種別とに基づき、前記基地局装置の指向性ビーム制御の有無を判断する判断手段と、および前記判断手段による判断結果に応じて、該基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力を調節する調節手段と、を具備したことを特徴とする無線通信システム。

【請求項 2】 基地局装置と複数の端末装置との間で CSMA (Carrier Sense Multiple Access) によりデータの送受信を行なう無線通信システムにおいて、前記端末装置は、

前記基地局装置がデータを送信する際の送信電力と、前記基地局装置から送信されたデータを受信した際に測定した受信電力と、該受信したデータの種別に基づき、前記基地局装置の指向性ビーム制御の有無を判断する判断手段と、および前記判断手段の判断結果に基づいて前記基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力と、前記端末装置のキャリアセンスレベルのうち少なくともいずれか一方を調節する調節手段と、を具備することを特徴とする無線通信システム。

【請求項 3】 基地局装置と複数の端末装置との間でデータの送受信を行なう無線通信システムにおいて、前記端末装置は、

前記基地局装置からブロードキャストされる第 1 データを受信するとともに前記基地局装置から前記端末装置宛にユニキャストされた第 2 データを受信する受信手段と、

前記第 1 データを受信した際に測定した受信電力と、前記第 2 データを受信した際に測定した受信電力とを基に、前記基地局装置の指向性ビーム制御の有無を判断する判断手段と、

前記基地局装置が前記指向性ビーム制御を行なっていると判断したときは、前記基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力を調節する調節手段と、を具備したことを特徴とする無線通信システム。

【請求項 4】 基地局装置と複数の端末装置との間でデータの送受信を行なう無線通信システムにおいて、前記端末装置は、

前記基地局装置からブロードキャストされる第 1 データを受信するとともに前記基地局装置から前記端末装置宛にユニキャストされた第 2 データを受信する受信手段と、

前記第 1 データを受信した際に測定した受信電力と、前記基地局装置が前記第 1 データを送信する際の送信電力と、前記第 2 データを受信した際に測定した受信電力

と、前記基地局装置が前記第 2 データを送信する際の送信電力とを基に、前記基地局装置の指向性ビーム制御の有無を判断する判断手段と、

前記基地局装置が前記指向性ビーム制御を行なっていると判断したときは、前記基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力を調節する調節手段と、を具備したことを特徴とする無線通信システム。

【請求項 5】 前記調節手段は前記基地局装置が指向性ビームの制御を行なっていると判断したときは、前記基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力をこの基地局装置が受信可能な必要最小限に設定することを特徴とする請求項 3 または 4 記載の無線通信システム。

【請求項 6】 前記基地局装置が指向性ビーム制御を行なっていると判断したとき、さらに、基地局装置と空間分割多重接続が可能であるか否かを判断し、前記調節手段は、前記基地局装置が指向性ビームの制御を行ない、しかもこの基地局装置と空間分割多重接続が可能であると判断したときは、前記基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力をこの基地局装置が受信可能な必要最小限に設定することを特徴とする請求項 3 記載の無線通信システム。

【請求項 7】 基地局装置と複数の端末装置との間で CSMA (Carrier Sense Multiple Access) 方式にてデータの送受信を行なう無線通信システムにおいて、前記端末装置は、

前記基地局装置からブロードキャストされる第 1 データを受信するとともに、前記基地局装置から前記端末装置にユニキャストされた第 2 データを受信する受信手段と、

前記第 1 データを受信した際に測定した受信電力と、前記第 2 データを受信した際に測定した受信電力とを基に、前記基地局装置の指向性ビーム制御の有無を判断する判断手段と、および前記基地局装置が指向性ビーム制御を行なっていると判断したとき、前記基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力と、前記端末装置のキャリアセンスレベルのうちの少なくともいずれか一方を調節する調節手段と、を具備することを特徴とする無線通信システム。

【請求項 8】 基地局装置と複数の端末装置との間で CSMA (Carrier Sense Multiple Access) 方式にてデータの送受信を行なう無線通信システムにおいて、前記端末装置は、

前記基地局装置からブロードキャストされる第 1 データを受信するとともに、前記基地局装置から前記端末装置にユニキャストされた第 2 データを受信する受信手段と、

前記第 1 データを受信した際に測定した受信電力と、前記基地局装置が前記第 1 データを送信する際の送信電力と、前記第 2 データを受信した際に測定した受信電力と、前記基地局装置が前記第 2 データを送信する際の送



信電力とを基に、前記基地局装置の指向性ビーム制御の有無を判断する判断手段と、および前記基地局装置が指向性ビーム制御を行なっていると判断したとき、前記基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力と、前記端末装置のキャリアセンスレベルのうちの少なくともいずれか一方を調節する調節手段と、を具備することを特徴とする無線通信システム。

【請求項9】 前記調節手段は、前記基地局が指向性ビームの制御を行なっていると判断したときは、自装置のキャリアセンスレベルをその機能が損なわれない程度に低く設定することを特徴とする請求項7または8記載の無線通信システム。

【請求項10】 前記基地局装置が指向性ビーム制御を行なっていると判断したとき、さらに、基地局装置と空間分割多重接続が可能であるか否かを判断し、前記調節手段は、前記基地局装置が指向性ビームの制御を行ない、しかも、この基地局装置と空間分割多重接続が可能であると判断したときは、自装置のキャリアセンスレベルをその機能が損なわれない程度に低く設定することを特徴とする請求項7または8記載の無線通信システム。

【請求項11】 基地局装置との間でデータの送受信を行なう無線端末装置であって、前記基地局装置からブロードキャストされる第1データを受信するとともに前記基地局装置から前記端末装置宛にユニキャストされる第2データを受信する受信手段と、前記第1データを受信した際に測定した受信電力と、前記第2データを受信した際に測定した受信電力とを基に前記基地局装置の指向性ビーム制御の有無を判断する判断手段と、前記基地局装置が指向性ビーム制御を行なっていると判断したときは、前記基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力を調節する調節手段と、を具備したことを特徴とする無線端末装置。

【請求項12】 基地局装置との間でデータの送受信を行なう無線端末装置であって、前記基地局装置からブロードキャストされる第1データを受信するとともに前記基地局装置から前記端末装置宛にユニキャストされる第2データを受信する受信手段と、前記第1データを受信した際に測定した受信電力と、前記基地局装置が前記第1データを送信する際の送信電力と、前記第2データを受信した際に測定した受信電力と、前記基地局装置が前記第2データを送信する際の送信電力とを基に前記基地局装置の指向性ビーム制御の有無を判断する判断手段と、前記基地局装置が指向性ビーム制御を行なっていると判断したときは、前記基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力を調節する調節手段と、を具備したことを

特徴とする無線端末装置。

【請求項13】 前記調節手段は、前記基地局装置が指向性ビームの制御を行なっていると判断したときは、前記基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力をこの基地局装置が受信可能な必要最小限に設定することを特徴とする請求項11または12記載の無線端末装置。

【請求項14】 前記基地局装置が指向性ビーム制御を行なっていると判断したとき、さらに基地局装置と空間分割多重接続が可能であるか否かを判断し、前記調節手段は、前記基地局装置が指向性ビームの制御を行ない、しかもこの基地局装置と空間分割多重接続が可能であると判断したときは、前記基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力をこの基地局装置が受信可能な必要最小限に設定することを特徴とする請求項11または12記載の無線端末装置。

【請求項15】 基地局装置との間で(Carrier Sense Multiple Access)方式にてデータの送受信を行なう無線端末装置であって、前記基地局装置からブロードキャストされる第1データを受信するとともに前記基地局装置から前記端末装置宛にユニキャストされる第2データを受信する受信手段と、前記第1データを受信した際に測定した受信電力と、前記第2データを受信した際に測定した受信電力とを基に、前記基地局装置の指向性ビーム制御の有無を判断する判断手段と、前記基地局装置が指向性ビーム制御を行なっていると判断したとき、前記基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力と、前記端末装置のキャリアセンスレベルのうちの少なくともいずれか一方を調節する調節手段と、を具備することを特徴とする無線端末装置。

【請求項16】 基地局装置との間で(Carrier Sense Multiple Access)方式にてデータの送受信を行なう無線端末装置であって、前記基地局装置からブロードキャストされる第1データを受信するとともに、前記基地局装置から前記端末装置宛にユニキャストされる第2データを受信する受信手段と、前記第1データを受信した際に測定した受信電力と、前記基地局装置が前記第1データを送信する際の送信電力と、前記第2データを受信した際に測定した受信電力と前記基地局装置が前記第2データを送信する際の送信電力とを基に、前記基地局装置の指向性ビーム制御の有無を判断する判断手段と、前記基地局装置が指向性ビーム制御を行なっていると判断したとき、前記基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力と、前記端末装置のキャリアセンスレベルのうちの少なくともいずれか一方を調節する調節手段と、を具備することを特徴とする無線端末装置。

【請求項17】 前記調節手段は、前記基地局装置が指

向性ビームの制御を行なっていると判断したときは、自装置のキャリアセンスレベルをその機能が損なわれない程度に低く設定することを特徴とする請求項15または16記載の無線端末装置。

【請求項18】 前記基地局装置が指向性ビーム制御を行なっていると判断したとき、さらに基地局装置と空間分割多重接続が可能であるか否かを判断し、前記調節手段は、前記基地局装置が指向性ビームの制御を行ない、しかも該基地局装置と空間分割多重接続が可能であると判断したときは、自装置のキャリアセンスレベルをその機能が損なわれない程度に低く設定することを特徴とする請求項12記載の無線端末装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、空間分割多重により通信を行なう無線LANに有用な無線通信システム及びこのシステム内に含まれる無線端末装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 CSMA(Carrier Sense Multiple Access)方式を用いたIEEE802.11に基づく無線LANシステム(ISO/IEC 8802-11:1999(E) ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 edition)が知られている。この無線LANシステムは複数の端末装置(station)と基地局(access point)を含む。端末装置はパケット(データ)を送信すべき基地局へのパケット送信前にキャリアセンスを行なう。キャリアセンスは物理的なキャリアセンスと仮想キャリアセンスを含む。物理的なキャリアセンスは無線通信媒体がビジーであるかアイドルであるかを受信信号レベルから判断する。仮想キャリアセンスは無線通信媒体がビジーであるかアイドルであるかを受信信号に含まれる予約情報から判断する。

【0003】 端末装置はキャリアセンスを行ない、パケット送信の延期、基地局との間の接続の開始あるいはパケットの送信をする。すなわち、信号の受信レベルがある閾値より大きいとき、あるいは他の端末装置または基地局からのチャンネル予約情報(NAV(ISO/IEC 8802-11:1999(E) ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 edition)を含むパケットを受信したときパケット送信を延期し、ランダムな送信待機時間の経過後、無線通信媒体がアイドルとなったとき、基地局との間の接続を開始する。すでに接続されている場合には、ランダムな送信待機時間は待たないで基地局のアドレスを宛先指定したパケットを送信する。

【0004】 一方、無線通信システムにおける多重化方式の一つとして、SDMA(Space Division Multiple Access)方式が知られている。SDMA方式は基地局に備えられたアダプティブアレイアンテナを用いる。アダプティブアレイアンテナは互いの干渉を低減する複数のア

ンテナビームを形成する。これにより、通信品質の向上、さらには基地局装置と複数の端末装置との同時通信の実現が可能となる。

【0005】 CSMA方式の無線LANシステムにSDMA方式を適用することにより、同様の利点を享受できると考えられる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、CSMA方式の無線LANシステムに単純にSDMA方式を適用すると、次のような問題が発生する。

【0007】 一般的に、端末装置はアダプティブアレイアンテナのような指向性アンテナを持たない。このため、端末装置が基地局との間でパケット伝送を行なっているとき、他の端末装置は、上記キャリアセンス機能により無線通信媒体がビジーであると判断し、パケット伝送を控える。そのため、CSMA方式を採用している無線通信システムの基地局にアダプティブアレイアンテナを備えたとしても、同一チャンネルで複数の端末装置が同時通信を行なう空間分割多重通信が効率よく行なえないという問題点があった。

【0008】 本発明の目的は、CSMA方式による通信に、SDMA方式を適用しても基地局と複数の端末との間の通信が効率よく行なえる無線通信システムおよび無線端末装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】 前記課題を解決し目的を達成するために、本発明は以下に示す手段を用いている。

【0010】 本発明は、基地局装置と複数の端末装置との間でデータの送受信を行なう無線通信システムにおいて、前記端末装置は、前記基地局装置から送信されたデータを受信した際に測定した受信電力と、該受信したデータの種別とに基づき、前記基地局装置の指向性ビーム制御の有無を判断する判断手段と、および前記判断手段による判断結果に応じて、該基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力を調節する調節手段と、を具備したことを特徴とする。

【0011】 また、本発明は、基地局装置と複数の端末装置との間でCSMA(Carrier Sense Multiple Access)によりデータの送受信を行なう無線通信システムにおいて、前記端末装置は、前記基地局装置から送信されたデータを受信した際に測定した受信電力と、該受信したデータの種別に基づき、前記基地局装置の指向性ビーム制御の有無を判断する判断手段と、および前記判断手段の判断結果に基づいて前記基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力と、前記端末装置のキャリアセンスレベルのうち少なくともいずれか一方を調節する調節手段とを具備することを特徴とする。

【0012】 また、本発明によれば、基地局装置と複数の端末装置との間でデータの送受信を行なう無線通信シ

システムにおいて、前記端末装置は、前記基地局装置からブロードキャストされる第1データを受信するとともに前記基地局装置から前記端末装置宛にユニキャストされた第2データを受信する受信手段と、前記第1データを受信した際に測定した受信電力と、前記第2データを受信した際に測定した受信電力とを基に、前記基地局装置の指向性ビーム制御の有無を判断する判断手段と、前記基地局装置が前記指向性ビーム制御を行なっていると判断したときは、前記基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力を調節する調節手段とを具備したことを特徴とする。

【0013】また、本発明によれば、基地局装置と複数の端末装置との間でCSMA (Carrier Sense Multiple Access) 方式にてデータの送受信を行なう無線通信システムにおいて、前記端末装置は、前記基地局装置からブロードキャストされる第1データを受信するとともに、前記基地局装置から前記端末装置にユニキャストされた第2データを受信する受信手段と、前記第1データを受信した際に測定した受信電力と、前記第2データを受信した際に測定した受信電力とを基に、前記基地局装置の指向性ビーム制御の有無を判断する判断手段と、および前記基地局装置が指向性ビーム制御を行なっていると判断したとき、前記基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力と、前記端末装置のキャリアセンスレベルのうちの少なくともいずれか一方を調節する調節手段とを具備することを特徴とする。

【0014】また、本発明によれば、基地局装置との間でデータの送受信を行なう無線端末装置であって、前記基地局装置からブロードキャストされる第1データを受信するとともに前記基地局装置から前記端末装置宛にユニキャストされる第2データを受信する受信手段と、前記第1データを受信した際に測定した受信電力と、前記第2データを受信した際に測定した受信電力とを基に前記基地局装置の指向性ビーム制御の有無を判断する判断手段と、前記基地局装置が指向性ビーム制御を行なっていると判断したときは、前記基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力を調節する調節手段とを具備したことを特徴とする。

【0015】また、本発明によれば、基地局装置との間で(Carrier Sense Multiple Access)方式にてデータの送受信を行なう無線端末装置であって、前記基地局装置からブロードキャストされる第1データを受信するとともに、前記基地局装置から前記端末装置宛にユニキャストされる第2データを受信する受信手段と、前記第1データを受信した際に測定した受信電力と、前記第2データを受信した際に測定した受信電力とを基に、前記基地局装置の指向性ビーム制御の有無を判断する判断手段と、前記基地局装置が指向性ビーム制御を行なっていると判断したとき、前記基地局装置向けにデータを送信する際の送信電力と、前記端末装置のキャリアセンスレベ

ルのうちの少なくともいずれか一方を調節する調節手段とを具備したことを特徴とする。

【0016】本発明によれば、無線端末装置が基地局との間の通信のための送信電力制御を行なう。無線端末装置が基地局装置と通信を行なっているときに、無線端末装置の近傍に存在する他の無線端末装置がキャリアセンスをする際、無線通信媒体のビジーを検知されることが少なくなる。従って多元接続数を増加させることができる。従ってSDMA方式を適用した場合の伝送効率の向上が図れる。

【0017】また、無線端末装置はキャリアセンスレベル制御を行なう。無線端末装置の近傍に存在する他の無線端末装置が基地局装置と通信を行なっているときに、無線端末装置がキャリアセンスをする際、キャリアセンスレベルを制御することにより無線通信媒体のビジーの検知を少なくすることができる。従って多元接続数を増加させることができる。従ってSDMA方式を適用した場合の伝送効率の向上が図れる。

【0018】また、無線端末装置はキャリアセンスレベル制御を行なう。無線端末装置の近傍に存在する他の無線端末装置が基地局装置と通信を行なっているときに無線端末装置のキャリアセンスの際、無線通信媒体のビジーを検知することが少なくなる。従って多元接続数を増加させることができる。従ってSDMA方式を適用した場合の伝送効率の向上が図れる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態を説明する。

【0020】図1は本発明の第1の実施形態に係わる無線通信システムを示す。この無線通信システムは無線LANシステムとして構成されている。この無線LANシステムは、例えばIEEE802.11(IEEE802.11a、IEEE802.11bも含む)規格に準拠する。1つのアクセスポイントとしての基地局装置(AP)1とそこに接続する複数の無線クライアントとしての無線端末装置(STA)4-1乃至4-3から成るBSS(Basic service set)を示す。

【0021】基地局装置1は特定の固定位置に設置され、バックボーン網5に接続される。基地局装置1はアダプティブアレイアンテナ2を備え、アダプティブアレイ2は複数の比較的狭い指向性パターン(指向性ビームあるいはアンテナビームとも呼ぶ)3-1乃至3-3を形成する。

【0022】このようなアンテナビーム3-1乃至3-3によって、基地局装置1は複数の無線端末装置(以下、簡単に端末装置あるいは端末と呼ぶ)4-1乃至4-3との間で同一チャネルでの同時通信を行なうことが可能である。すなわち、基地局装置1と端末装置4-1乃至4-3との間の通信はSDMA方式で行なわれる。この実施形態では、基地局装置1が3個のアンテナビー

ム3-1乃至3-3を形成し、3個の端末装置4-1乃至4-3との間で同時通信を行なう例について説明する。しかしながら、アンテナビームの数および同時通信を行なう端末装置数は、2以上の任意の数であればよい。端末装置4-1乃至4-3は、一般に固定位置に設置されるが、移動体に搭載されていてもよい。

【0023】次に、図2を用いてこの実施形態に係わる基地局装置1の構成を説明する。

【0024】受信機11-1乃至11-3ではアダプティブアレイアンテナ2の各アンテナビーム3-1乃至3-3を介して端末装置4-1乃至4-3からの送信信号が受信される。受信された信号に対して復調および復号を含む処理が成され、受信信号RS-1乃至RS-3が生成される。

【0025】送信機12-1乃至12-3ではアダプティブアレイアンテナ2の各アンテナビーム3-1乃至3-3を介して端末装置4-1乃至4-3へそれぞれ送信すべき送信信号TS1乃至TS3が生成される。これらの送信信号TS1乃至TS3はアダプティブアレイアンテナ2に供給される。

【0026】受信機11-1乃至11-3からの受信信号RS1乃至RS3は、受信制御部13に入力され、所定の受信処理が行なわれる。

【0027】送信制御部14は端末装置(STA)4-1乃至4-3へブロードキャスト、ユニキャストで送信するためのデータの生成等の送信処理を行なう。送信制御部14で生成されたデータは送信機12-1乃至12-3を介して送信信号TS1乃至TS3として端末装置(STA)4-1乃至4-3へ送信される。

【0028】次に、図3を用いてアダプティブアレイアンテナ2の具体的な構成例について説明する。

【0029】アダプティブアレイアンテナ2は図3に示すように、アンテナ素子30-1乃至30-3、送受切換スイッチ31-1乃至31-3、低雑音増幅器(LNA)32-1乃至32-3、ダウンコンバータ33-1乃至33-3、分配器34-1乃至34-3、受信ビーム形成回路35-1乃至35-3、送信ビーム形成回路36-1乃至36-3、合成器37-1乃至37-3、アップコンバータ38-1乃至38-3、高周波電力増幅器(HPA)39-1乃至39-3及びビーム制御部40を有する。

【0030】送受切換スイッチ31-1乃至31-3、LNA32-1乃至32-3、ダウンコンバータ33-1乃至33-3、分配器34-1乃至34-3、合成器37-1乃至37-3、アップコンバータ38-1乃至38-3およびHPA39-1乃至39-3は、各アンテナ素子30-1乃至30-3に対応してアンテナ素子30-1乃至30-3の個数(この例では3個)と同数個設けられる。一方、受信ビーム形成回路35-1乃至35-3および送信ビーム形成回路36-1乃至36-

3は、アダプティブアレイアンテナ2が形成するアンテナビームの数(この例では3ビーム)と同数個設けられる。アンテナビームの数は、アンテナ素子30-1乃至30-3の個数より少なくても多くてもよい。

【0031】アダプティブアレイアンテナ2の動作を説明する。アンテナ素子30-1乃至30-3によって受信された電波周波数(RF)信号は、送受切換スイッチ31-1乃至31-3をそれぞれ介してLNA32-1乃至32-3に入力される。次に、入力されたRF信号はLNA32-1乃至32-3により所定レベルに増幅される。LNA32-1乃至32-3で増幅されたRF信号はダウンコンバータ33-1乃至33-3にそれぞれ入力される。ダウンコンバータ33-1乃至33-3は入力されたRF信号を中間周波数(IF)またはベースバンド(BB)に変換し、分配器34-1乃至34-3に入力する。

【0032】分配器34-1によってダウンコンバータ33-1からの出力信号が受信ビーム形成回路35-1乃至35-3に分配される。分配器34-2によってダウンコンバータ33-2からの出力信号が受信ビーム形成回路35-1乃至35-3に分配される。分配器34-3によってダウンコンバータ33-3からの出力信号が受信ビーム形成回路35-1乃至35-3に分配される。

【0033】受信ビーム形成回路35-1乃至35-3においては、入力された信号がビーム制御部40によって設定された受信用複素重み係数に従って重み付け合成される。これにより、複数の受信アンテナビームが形成される。受信ビーム形成回路35-1乃至35-3からの各受信アンテナビームに対応した信号は、図2中の受信機11-1乃至11-3にそれぞれ供給される。

【0034】一方、送信ビーム形成回路36-1乃至36-3には図2中の送信機12-1乃至12-3からの送信信号TS1乃至TS3がそれぞれ入力される。送信ビーム形成回路36-1乃至36-3においては、それぞれに入力された送信信号に対してビーム制御部40によって設定された複数の送信用複素重み係数が乗じられる。

【0035】送信ビーム形成回路36-1からの複数の出力信号は合成器37-1乃至37-3に入力される。送信ビーム形成回路36-2からの複数の出力信号も合成器37-1乃至37-3に入力される。さらに、送信ビーム形成回路36-3からの複数の出力信号も合成器37-1乃至37-3に入力される。合成器37-1乃至37-3では、それぞれに入力された複数の信号が一つの信号に合成される。

【0036】合成器37-1乃至37-3からの出力信号は、アップコンバータ38-1乃至38-3にそれぞれ入力される。アップコンバータ38-1乃至38-3は中間周波数(IF)またはベースバンド(BB)を電

波周波数(RF)に変換し、HPA39-1乃至39-3に入力する。HPA39-1乃至39-3により増幅された送信信号は、スイッチ31-1乃至31-3をそれぞれ介してアンテナ素子30-1乃至30-3に供給され、端末装置へ送信される。

【0037】ビーム制御部40は上述したように受信ビーム形成回路35-1乃至35-3に対して受信用複素重み係数を設定する。また、ビーム制御部40は、送信ビーム形成回路36-1乃至36-3に対して送信用複素重み係数を設定する。また、ビーム制御部40は送受で互に対応するビーム形成回路(例えば受信ビーム形成回路35-1と送信ビーム形成回路36-1)に対しては、同一の端末装置と通信を行なうための重み係数が設定される。

【0038】基地局装置(AP)1は一定時間間隔にビーコン(Beacon)を送信する。Beaconは基地局装置1の周囲に複数存在する端末装置(STA)4-1乃至4-3が受信できる送信電力を用いて送信される。ビーコンフレームは全ての端末装置(STA)4-1乃至4-3に送信する必要がある。従って、ブロードキャスト送信が行なわれるため、無指向性パターンが用いられる。一方オーセンティケーションおよびアソシエーション処理時におけるフレームの送受信は、各端末装置(STA)4-1乃至4-3個別に行なう必要がある。従って、ユニキャスト送信が行なわれるため、指向性ビームが用いられる。

【0039】この特徴に着目し、第1の実施形態に係わる端末装置(STA)4-1乃至4-3は受信したデータの種別を調べる。この種別は無指向性のパターン(無指向性ビームとも呼ぶ)で送信されるフレームと指向性ビームにより送信されるフレームを含む。無指向性のパターンで送信されるフレームは例えばIEEE802.11(IEEE802.11aおよび802.11bも含む)に規定されているビーコンフレームである。指向性ビームにより送信されるフレームは例えばオーセンティケーションフレームおよびアソシエーションフレームである。

【0040】無指向性ビームのときの受信電力情報と、指向性ビームのときの受信電力情報とを用いて、基地局装置1からユニキャストで端末装置宛のフレームを送信する際の指向性ビームの利得を推定する。なお、無指向性ビームのときの送信電力情報と指向性ビームのときの送信電力情報も用いるとより正確に指向性ビームの利得を推定することができる。また、フレーム種別(ブロード/ユニキャスト)情報を用いないなら送信電力情報および受信電力情報を用いて指向性ビームの利得を推定する。その結果を基に端末装置は、基地局装置1が指向性ビームを形成することが可能であるか否かを判断する。可能であるなら、次に当該基地局装置1とSDMAが可能であるか否かを判断する。SDMAが可能であるな

ら、基地局装置1宛のデータの送信電力を調節するように構成される。

【0041】図4は、端末装置(STA)4-i(i=1乃至3)の要部の構成例を概略的に示す。

【0042】端末装置(STA)4-iは、アンテナ100と受信部101と受信電力測定部と受信データ種別検出部103と送信電力検出部104とビーム利得推定部105と送信電力制御部106と送信部107と情報処理部108とから構成されている。なお、送信電力検出部104は無くてもよい。

【0043】情報処理部108は、例えばユーザの操作により送信データが作成されたりなどして、送信要求が生ずると送信データを送信部107へ渡す。送信部107はこの送信データ(例えばIPパケットでもよい)をIEEE802.11に規定されるMACフレームに変換する。さらに送信部107はデジタルデータとしてのMACフレームを所定周波数(例えば2.4GHz)の無線信号に変換し、アンテナ100を介して電波として発信する。

【0044】一方、アンテナ100で受信された信号は受信部101に入力される。受信部101は受信した信号をMACフレームに変換し、このMACフレーム中の情報フィールドから受信データを抽出し、情報処理部108に渡す。情報処理部108は受信データをディスプレイに表示するための処理等を行なう。なお、情報処理部108は上記以外にも各種情報処理を行なうように構成してもよい。

【0045】IEEE802.11に規定されるMACフレームは、データをやりとりする通信のためのデータフレームとしてだけでなく、アクセス制御のためにも用いられる。このアクセス制御は、通信に先立って基地局装置1に認証してもらったり、送信権を確保するためのメッセージを送信するなどを含む。これらのための手順はIEEE802.11に規定されている。その手順を実行したり、MACフレームを生成したりするのが受信部101と送信部107である。

【0046】なお、MACフレームは図5(a)に示すように、MACヘッダーと、データフィールドと、フレームチェックシーケンス(FCS)で構成される。MACヘッダは最大30バイト(最大30バイトのMACヘッダーの場合にはシーケンスコントロールフィールドとデータフィールドとの間にアドレスフィールドが加わる)であり各種制御情報を記憶する。データフィールドは最大2312バイトのデータを記憶する。FCSはデータが正しく送られたか否かをチェックするために使用される。

【0047】MACフレームにはビーコンや、オーセンティケーションのフレームやアソシエーションのフレームのように無線システムを管理するための管理用フレーム、データ通信用のデータフレーム、その他にアクセス

制御部で使う制御用フレームの3種類がある。どの種類のMACフレームであるかはMACヘッダーにあるフレームコントロールF1中のタイプF1aに示されている。さらに、フレームコントロールF1中のサブタイプF1bで、上記のようなMACフレームの種類をさらに細かく示す。

【0048】基地局装置から端末装置にデータフレームが送信される場合、MACヘッダーは図5(a)のように宛先アドレス(DA)F2と実際にフレームを送信する基地局装置のMACアドレスであるBSSID(Basic Service Set Identification)F3とフレームの送信元アドレス(SA)を含む。管理用フレームの場合は、BSSIDとSAの位置が逆になり、アドレスフィールドはDA、SA、BSSIDの順になる。宛先アドレスF2は、予め定められたブロードキャストアドレスおよび各端末装置(STA)4-iのアドレスを保持する。また、制御フレーム(例えば、RTS/CTS)の場合は、MACヘッダーはフレームコントロール、Duration IDとアドレスフィールドRA、TA、BSSIDのいずれか2つの順になり、フレームの種類によっては、アドレスフィールドは1つになる。フレームボディはなくなる。RTSの場合、MACヘッダーはフレームコントロール、Duration ID、RA、TA、FCSの順になる。CTSの場合、MACヘッダーはフレームコントロール、Duration ID、RA、FCSの順になる。

【0049】図4の説明に戻り、受信電力測定部102は、受信部101でフレームデータを受信した際に、アンテナに誘起された電力(受信電力)を測定するように構成される。

【0050】受信データ種別検出部103は、受信部101で得たMACフレーム中のMACヘッダー部やフレームボディであるデータフィールドF4に保持される情報から当該MACフレームがブロードキャストされたものか、ユニキャストされたものかを判断する。

【0051】すなわち、MACフレーム中のタイプF1aとサブタイプF1bとから、当該MACフレームがビーコンフレーム(ブロードキャストされたフレームデータ)であるかオーセンティケーションやアソシエーションのフレーム(ユニキャストされたフレームデータ)であるかを判断する。

【0052】なお、受信データ種別検出部103は、受信部101で得たMACフレーム中の宛先アドレス(DA)F2から、当該MACフレームがブロードキャストされたものか、ユニキャストされたものかを判断することもできる。しかしながら、ここでは、前者の場合を例にとり説明する。

【0053】送信電力検出部104は、受信部101で得たMACフレーム中から、当該MACフレームを基地局装置1から送信する際の送信電力に関する情報(送信電力情報)を抽出する。送信電力情報は、電力値そのも

のでもよいが、ある予め定められた値を基準とした相対的な値(例えばレベル値)であってもよい。要は、送信電力の変動がどのくらいかが端末装置(STA)4-i側が判断できる情報であればよい。また、送信電力情報はMACフレームの予め定められた位置に格納されている。例えばビーコン、オーセンティケーション、アソシエーションなどのフレームボディである図5(a)のデータフィールドF4にIEEE802.11(IEEE802.11aおよび802.11bも含む)規格では未定義の(リザーブになっている)フィールドがあるが、これらを用いて送信電力情報が示されていることが望ましい。しかしながら、この場合に限らず、MACフレーム中の無線通信システムの運用上未使用となっているフィールドを用いて示されていても良い。

【0054】例えば、オーセンティケーションのフレームの場合、オーセンティケーションフレームボディである図5(a)の情報フィールドに保持されるステータスコード(status code)のフィールド中にある、未定義のステータスコードを1つまたは複数用いて送信電力情報を表現することもできる(図5(b)参照)。

【0055】また、各種MACフレームの送信電力が予め定められていて、ビーコン、オーセンティケーション、アソシエーションなどのMACフレームの種類に対応して、その送信電力を送信電力検出部104にあらかじめ記憶するように構成してもよい。この場合、送信電力検出部104は、受信データ種別検出部103で、受信したMACフレームの種類が検出されたら、その種類に対応した送信電力を読み出す。

【0056】ビーム利得推定部105は、受信部101で受信したデータに対し、データ種別検出部103で検出された当該受信データの種別と、受信電力測定部102で測定された受信電力と、送信電力検出部104で得た当該受信データの送信電力情報とから、その指向性ビームの利得を推定する。データの種別とは、ビーコンフレームのようなブロードキャストされたフレームデータかあるいはオーセンティケーションやアソシエーションのようなユニキャストされたフレームデータを示す。そして、基地局装置1の指向性ビーム制御の有無を判断する。さらにこの値(レベル)が所定レベル以上のときは、SDMAが可能であると判断する。

【0057】SDMAが可能とビーム利得推定部105が判断したときは、送信電力制御部106は基地局装置1宛のデータの送信電力を、例えば予め定められたレベルだけ下げる。好ましくは、基地局装置1が受信可能な範囲内で出来るだけ小さい送信電力、すなわち必要最小限の送信電力であることが好ましい。なお、送信電力制御を行なうための回路自体は公知のものである。

【0058】図6は端末装置(STA)4-iの処理動作を説明するためのフローチャートである。

【0059】図6において、端末装置(STA)4-i

は電源がオンされると（ステップS1）受信モードとなる（ステップS2）。例えば基地局装置1からの要求があればいつでもコネクションを確立して通信が行える状態となる。

【0060】受信モードの状態、端末装置（STA）4-iに（例えばユーザの操作により）データを送信するための送信要求が発生し、自装置を基地局装置1に接続するためのコネクション確立要求が発生したとする（ステップS3）。この場合、端末装置（STA）4-iと基地局装置1との間でオーセンティケーション、アソシエーションなる処理が実行される（ステップS4、ステップS5）。なおオーセンティケーション、アソシエーションなどのコネクションの確立方法に関しては、IEEE802.11（IEEE802.11a、IEEE802.11bも含む）規格に準拠している。

【0061】オーセンティケーション、アソシエーションが正常に終了して、端末装置（STA）4-iと基地局装置1との間のコネクションが確立されると、このコネクションを通じて、端末装置（STA）4-iは基地局装置1と通信を行なうことができる（ステップS6）。

【0062】端末装置（STA）4-iは基地局装置1との間のコネクションの切断要求が生ずると、ディスアソシエーション（Disassociation）、ディオーセンティケーション（Deauthentication）なる動作を経て、上記確立したコネクションを切断し、（ステップS8、ステップS9）、再び受信モードに移行する（ステップS2）。

【0063】なお、ディスアソシエーション、ディオーセンティケーションなどのコネクションを切断する方法に関してはIEEE802.11（IEEE802.11a、IEEE802.11bも含む）規格に準拠している。

【0064】次に、図7を参照して、端末装置（STA）4-iのうちのいずれか1つ（例えば端末装置（STA）4-1）を例にとり、基地局装置1にデータを送信する際の送信電力制御手順について説明する。

【0065】基地局装置1からは、ビーコンフレームが一定周期（厳密に正確な周期でなくてよい）毎に送信されている（ステップS101）。端末装置（STA）4-iは、原理的には、図6のステップS2の受信モードのとき以外にも、ステップS4のオーセンティケーション、ステップS5のアソシエーション、ステップS8のディスアソシエーション、ステップS9のディオーセンティケーションの処理中においても、通信モード中でも、ビーコンフレームの受信は可能である。例えば、受信モードのときに、端末装置（STA）4-1は、アンテナ100を介して受信したデータが受信パケット種別検出部103でビーコンフレームであると判断したときは、ビーム利得推定部105には受信電力測定部102

により測定された当該ビーコンフレームの受信電力と、送信電力検出部104から当該ビーコンフレームに含まれていた、あるいはビーコンフレーム対応に予め記憶していた送信電力情報を入力する（ステップS102）。

【0066】ビーコンフレームを受信する度に、そのときに測定された受信電力と送信電力情報を対にして時系列に記憶しておいてもよい。

【0067】その後、端末装置（STA）4-1にコネクション確立が生じて（図6のステップS3）、図6のステップS4のオーセンティケーションの処理に移行したとする。この場合、まず端末装置（STA）4-1の送信部107は、基地局装置1に対し（基地局装置1宛の）、オーセンティケーションの要求を開始する信号であるauthentication transaction sequence number

（以下単にATSNと呼ぶ）=1のオーセンティケーションフレームを送信する（ステップS103）。その際、端末装置は当該基地局装置1へ向けたデータ送信の際に送信電力制御部106により以前に設定された送信電力があるときは、その送信電力でATSN=1のオーセンティケーションフレームを送信する。そうでないときは、予め定められたデフォルトの送信電力で送信するようにしてもよい。

【0068】なお、ATSNはオーセンティケーションフレームのフレームボディであるデータフィールドF4に示されている。

【0069】ATSN=1のオーセンティケーションフレームを受信した基地局装置1はそのときの受信電力などを基に、端末装置（STA）4-1へ向ける指向性ビームを設定する（ステップS104）。すなわち、端末装置（STA）4-1の存在する方向対応の上記重み係数を設定する。

【0070】基地局装置1は、この設定された指向性ビームを用いて端末装置（STA）4-1宛にATSN=2のオーセンティケーションフレーム（ATSN=1のオーセンティケーションフレームの応答）を送信する（ステップS105）。

【0071】このATSN=2のオーセンティケーションフレームには上述したように、送信電力情報が含まれていてもよい。

【0072】アンテナ100を介して受信したデータがATSN=2のオーセンティケーションフレームであると受信パケット種別検出部103が判断したときは、ビーム利得推定部105には、受信電力測定部102で測定された当該フレームの受信電力と、送信電力検出部104により当該フレームから抽出された、あるいはATSN=2のオーセンティケーションフレーム対応にあらかじめ記憶していた送信電力情報が入力される（ステップS106）。これは基地局が指向性ビームを設定しない場合あるいは基地局での1回目の指向性ビームの指向角が予め（比較的広く）決まっていって端末装置にとって

既知のときは可能である。

【0073】このとき、ビーム利得推定部105と送信電力制御部106は図7のステップS106で得た、ATSN=2のオーセンティケーションフレームの受信電力と送信電力情報とを用いて、図8に示すような処理を行ない、送信電力の調節を行なう（ステップS107）。

【0074】図8において、まずビーム利得推定部105は、図7のステップS102で得た、受信したビーコンフレームの受信電力と送信電力情報と、上記ステップS106で得た、ATSN=2のオーセンティケーションフレームの受信電力と送信電力情報とから基地局装置1の指向性ビーム制御の有無を判断する（ステップS201）。すなわち、指向性ビーム制御の有無とは、言い換えれば、基地局装置1で端末装置（STA）4-1向けに指向性が絞られているか否か、アンテナビームが端末装置（STA）4-1に向けられているか否かである。

【0075】例えば無指向性のパターンで送信されてきたビーコンフレームの送信電力情報が「3」で、その受信電力が「2」であったとする。そして指向性ビームを用いて送信されてきたであろうオーセンティケーションフレームの送信電力情報が「3」で、その受信電力が「4」であったとする。なお、ここで示す数値は、実際の電力値ではなく、電力値に対応したレベルを示している。このように、基地局装置1の送信電力が「3」と変わらないのに、受信電力が大きくなれば基地局装置1は、例えばレベル1の利得を持つ指向性ビーム制御を行っていると推定する。送信電力の検出を削った手順のときは、基地局が同一の送信電力が送信しているという約束（ないしは仮定）から、同様に指向性ビーム制御の有無を判断できる。

【0076】同様に、ビーコンフレームの送信電力情報が「3」で、その受信電力が「2」であったとする。そして、オーセンティケーションフレームの送信電力情報が「4」で、その受信電力が「4」であったとする。このように、基地局装置1の送信電力が「1」だけ大きくなっているが、受信電力は「2」大きくなるといった送信電力の変化の度合いと、受信電力の変化の度合いが対応しないときも、基地局装置1は、例えばレベル1の利得を持つ指向性ビーム制御を行っていると推定する。

【0077】また、ビーコンフレームの送信電力情報が「3」で、その受信電力が「2」であったとする。そしてオーセンティケーションフレームの送信電力情報が「4」で、その受信電力が「3」であったとする。このとき、基地局装置1の送信電力が「1」だけ大きくなったのに伴い、受信電力も「1」だけ大きくなっており、送信電力の変化の度合いと、受信電力の変化の度合いが対応している。このときは、基地局装置1での送信電力制御があって、受信電力もそれに対応して変化している

ので、基地局装置1は指向性アンテナを用いた指向性ビーム制御をしていないと推定できる。

【0078】なお、2つ以上のビーコンフレーム、2つ以上のオーセンティケーションフレームの受信結果から推定することにより、推定の精度を向上させることができる。

【0079】なお、上記ステップS201で基地局装置1で指向性ビーム制御が行なわれていると判断されたら、次に基地局装置1で端末装置（STA）4-1向けに指向性が十分絞られていてSDMAが可能な十分強いアンテナビームであるか否かを判断する。すなわち、上記のようにして推定された、指向性ビームの利得のレベルが、例えば所定レベル以上のとき（ステップS202）、ビーム利得推定部105は、例えばSDMAが可能であると判断する（ステップS203）。

【0080】例えば、ここでは、1レベル以上の指向性ビームの利得があれば、基地局装置1での絞り具合がSDMAを行なうのに十分であると判断する（SDMAが可能であると判断する）。

【0081】なお、ステップS202は必ずしも必要な判断ではなく、なくてもよい。この場合は、ステップS201で基地局装置1が指向性ビーム制御を行っていると判断したときは、ステップS202、ステップS203をスキップして、ステップS204へ進む。

【0082】ステップS203で、ビーム利得推定部105が上記のようにして、SDMAが可能であると判断したときには、ステップS204へ進み、送信電力制御部106は、基地局装置1宛のデータの送信電力を予め定められたレベルだけ下げて、好ましくは、基地局装置1宛のデータの送信電力を必要最小限に設定する。すなわち、好ましくは、基地局装置1が受信可能な範囲で十分小さい値に設定する。

【0083】図7の説明に戻り、ステップS107で、図8に従って送信電力制御が行なわれて、新たな送信電力が設定されたときは、その設定された送信電力をその後の基地局装置1宛のデータ送信の際の送信電力として用いる。

【0084】オーセンティケーションが正常に終了すると、次にIEEE802.11の規定に従えば、アソシエーションを行なう。すなわち、端末装置（STA）4-1の送信部107は、ステップS107で送信電力が設定されたときは、その設定された送信電力で、アソシエーションの開始を要求するためのアソシエーションリクエストフレームを基地局装置1宛に送信する（ステップS108）。

【0085】アソシエーションリクエストフレームを正常に受信した基地局装置1はその応答として、アソシエーションレスポンスフレームを端末装置（STA）4-1宛に送信する（ステップS109）。アソシエーションが正常に終了すると、アクセス制御フェーズが終了し



て、図6のステップS6の通信モードで基地局装置1との間でデータフレームの送受信が行なわれる(ステップS110)。

【0086】次に、図9を参照して、共有鍵(shared key)のオーセンティケーションをする場合について説明する。なお、図7と同一部分には同符号を付し、異なる部分について説明する。すなわち、共有鍵のオーセンティケーションの場合、端末装置(STA)4-1は、ステップS105で、ATSN=2のオーセンティケーションフレームを受信した後、ATSN=3のオーセンティケーションフレームを基地局装置1宛に送信する(ステップS151)。その際、当該基地局装置1へ向けたデータ送信の際に送信電力制御部106で以前に設定された送信電力があるときは、その送信電力でATSN=3のオーセンティケーションフレームを送信する。そうでないときは、予め定められたデフォルトの送信電力で送信するようにしてもよい。

【0087】ATSN=3のオーセンティケーションフレームを受信した基地局装置1は、そのときの受信電力などを基に、端末装置(STA)4-1へ向ける指向性ビームを設定し直す(ステップS152)。すなわち、端末装置(STA)4-1の存在する方向対応の上記重み係数を設定し直す。

【0088】基地局装置1は、この設定された指向性ビームを用いて端末装置(STA)4-1宛に、ATSN=4のオーセンティケーションフレームを送信する(ステップS153)。

【0089】このATSN=4のオーセンティケーションフレームには、上述したように送信電力情報が含まれていても良い。

【0090】アンテナ100を介して受信したデータが受信データ種別検出部103でATSN=4のオーセンティケーションフレームであると判断したときは、ビーム利得推定部105には受信電力測定部102で測定された当該フレームの受信電力と、送信電力検出部104により当該フレームから抽出された、あるいはATSN=4のオーセンティケーションフレーム対応にあらかじめ記憶していた送信電力情報が入力される(ステップS154)。

【0091】このとき、ビーム利得推定部105と送信電力制御部106は図7のステップS102で得た、受信したビーコンフレームの受信電力と送信電力情報と、上記ステップS154で得た、ATSN=4のオーセンティケーションフレームの受信電力と送信電力情報とを用いて図8に示すような処理を行ない送信電力の設定を行なう(ステップS155)。

【0092】以後は図7のステップS108以降の処理動作と同様である。

【0093】次に、図10を参照して、端末装置(STA)4-1がオーセンティケーションの際ではなく、ア

ソシエーションの際に送信電力制御を行なう場合について説明する。なお、図7と同一部分には同符号を付し、異なる部分について説明する。すなわち、端末装置(STA)4-1は、ステップS105で、ATSN=2のオーセンティケーションフレームを受信した後、ステップS106、ステップS107をスキップして、ステップS108へ進み、アソシエーションの開始を要求するためのアソシエーションリクエストフレームを基地局装置1宛に送信する(ステップS108)。アソシエーションリクエストフレームを正常に受信した基地局装置1は、その応答としてアソシエーションレスポンスフレームを端末装置(STA)4-1宛に送信する(ステップS110)。

【0094】このアソシエーションレスポンスフレームには前述したオーセンティケーションフレームの場合と同様に、送信電力情報が含まれていても良い。

【0095】アンテナ100を介して受信したデータがアソシエーションレスポンスフレームであると受信データ種別検出部103が判断したときは、受信電力測定部102で測定された当該フレームの受信電力と、送信電力検出部104により当該フレームから抽出された、あるいはアソシエーションレスポンスフレーム対応に予め記憶しておいた送信電力情報がビーム利得推定部105に入力される(ステップS161)。

【0096】このとき、ビーム利得推定部105と送信電力制御部106は、ステップS102で得た、受信したビーコンフレームの受信電力と送信電力情報と、上記ステップS161で得た、アソシエーションレスポンスフレームの受信電力と送信電力情報とを用いて、図8に示すような処理を行ない、送信電力の設定を行なう(ステップS162)。

【0097】アソシエーションが正常に終了すると、アクセス制御フェーズが終了して図6のステップS6の通信モードで基地局装置1との間でデータフレームの送受信が行なわれる(ステップS163)。

【0098】アソシエーションリクエストフレームを受信した基地局装置1は、そのときの受信電力などを基に、端末装置(STA)4-1へ向ける指向性ビームを設定する(ステップS109)。そしてアソシエーションレスポンスフレームを端末装置(STA)4-1宛に送信する(ステップS110)。なお、ステップS104およびS109は両方あってもよいし、片方のみでもよい。

【0099】以上説明したように、上記第1の実施形態によれば、端末装置(STA)4-iは、基地局装置1がブロードキャストで送信するデータを受信した際の受信電力と、基地局装置1がユニキャストで送信するデータを受信した際の受信電力とから、基地局装置1で指向性ビーム制御を行なっているか否かを判断する(指向性ビーム制御を行なっていると判断した際には、さらに、

指向性の絞り具合がSDMAを行なうのに十分であるか否かを判断する)。基地局装置1が(SDMAを行なうのに十分な指向性の絞り具合で)指向性ビーム制御を行なっていると判断したときには、以後の基地局装置1宛のデータ送信のための送信電力を、好ましくは、必要最小限に設定し直すことにより、例えば端末装置(STA)4-i(i=2, 3)の通信に対して干渉となることを削減できる。

【0100】また、端末装置(STA)4-1が上記のように送信電力制御を行なうことにより、端末装置(STA)4-1が上記のような送信電力制御を行なわない場合と比較して、他の端末装置(STA)4-i(i=2, 3)がキャリアセンスする際に、端末装置(STA)4-1から基地局装置1に向けての送信信号の受信電力が十分小さいため、無線媒体がビジーであると検知される場合が少なくなる。すなわち、他の端末装置(STA)4-i(i=2, 3)において、端末装置(STA)4-1から基地局装置1への通信信号の受信電力を検知しない場合、他の端末装置(STA)4-i(i=2, 3)はIEEE802.11に規定されているNAV(Network Allocation Vector)を設定することがない(NAVが設定されると、端末装置はNAVにて指定された時間、基地局装置1へのアクセスを控えることになる)。また、基地局装置1も、端末装置(STA)4-1との間の通信に対して隠れ端末問題への対策としてのNAVを当該他の端末装置(STA)4-i(i=2, 3)で設定させるために、端末装置(STA)4-1との通信に用いる指向性ビームと分離した他の指向性ビームを用いて端末装置(STA)4-1に対して送信するデータを端末装置(STA)4-i(i=2, 3)に送信する必要が無い。

【0101】従って、基地局装置1は、複数の端末装置(STA)4-i(i=1乃至3)とSDMAが可能となり、端末装置(STA)4-iが上記送信電力制御を行なわない場合と比較して多重接続数を増加させることができる。

【0102】なお、上記第1の実施形態の受信データ種別検出部103は、受信したフレームデータが、基地局装置1が指向性ビーム制御を行なっているならば無指向性パターンで送信するであろうブロードキャストのフレームデータであるか、あるいは基地局装置1が指向性ビーム制御を行なっているならば指向性ビームを形成して送信するであろうユニキャストのフレームデータであることを識別するためのものである。その際、受信データ種別検出部103は、受信部101で得たMACフレーム中のタイプF1aとサブタイプF1bとデータフィールドF4である情報を抽出して、これらから受信したフレームデータの種別、すなわち、ブロードキャストされるビーコンフレームであるか、ユニキャストされるオーセンティケーションフレーム/アソシエーションフレーム

であるかを識別していた。

【0103】基地局装置1が指向性ビーム制御を行なっているか否かの判断を行なうため、ブロードキャストのフレームデータとユニキャストのフレームデータとを識別するには、上記手法の他、基地局装置1から送信されるフレームデータ中の宛先アドレスをチェックすることによっても可能である。すなわち、受信データ種別検出部103は図5(a)に示したMACフレームの宛先アドレス(DA)をチェックして、ブロードキャストアドレスである場合にはブロードキャストされるフレームとして場合はビーコンフレームであり、自装置のアドレスを指定してある場合には、ユニキャストされるフレームと判断することもできる。この場合も、ブロードキャストされたフレームかユニキャストされたフレームかの受信データ種別を検出することができ上記同様に実現可能である。

【0104】(第2実施形態)上記第1実施形態では、端末装置(STA)4-iが送信電力制御を行なう場合について説明したが、第2の実施形態では、端末装置(STA)4-iがキャリアセンスレベルを制御する場合について説明する。

【0105】この場合も基本的には第1実施形態と同様であり、端末装置(STA)4-iは、基地局装置1がブロードキャストで送信するデータを受信した際の受信電力と、基地局装置1がユニキャストで送信するデータを受信した際の受信電力とから、基地局装置1で指向性ビーム制御を行なっているか否かを判断する(指向性ビーム制御を行なっていると判断した際には、さらに、指向性の絞り具合がSDMAを行なうのに十分であるか否かを判断する)。基地局装置1が(SDMAを行なうのに十分な指向性の絞り具合で)指向性ビーム制御を行なっていると判断したときには、以後の自装置のキャリアセンスレベルを上げる方向に設定し直し、必要最小限にキャリアセンスの感度を抑えるように調節する。

【0106】図11は、第2実施形態に係わる端末装置(STA)4-iの要部の構成例を示したもので、図4と同一部には同一符号を付し、異なる部分についてのみ説明する。すなわち、図11において、キャリアセンス制御部109が新たに追加されている。

【0107】キャリアセンス制御部109は、ビーム利得推定部105によりSDMAが可能と判断したときは、自装置のCSMAにおけるキャリアセンスレベルをその機能が損なわれない程度に高く設定し、キャリアセンスの感度を抑えるように調節する。なお、キャリアセンスレベルを上げたり下げたりするための回路は公知である。

【0108】キャリアセンス制御部109でキャリアセンスレベルを設定するタイミングは、第1実施形態の送信電力制御の場合と同様である。すなわち、図7のステップS107、図9のステップS155、図10のステ

ップS162での送信電力の設定と同時に、あるいは、送信電力の設定に代えて、キャリアセンス制御部109がキャリアセンスレベルを設定する。

【0109】図12はキャリアセンスレベル制御手順を説明するためのフローチャートである。なお、図8と同一部分には同一符号を付し、異なる部分について説明する。

【0110】ビーム利得推定部105は、図7のステップS106、図9のステップS154、図10のステップS161では、図8で説明したように、基地局装置1がブロードキャストで送信するデータを受信した際の受信電力と当該受信データ対応の送信電力情報と、基地局装置1がユニキャストで送信するデータを受信した際の受信電力と当該受信データ対応の送信電力情報とから、基地局装置1で指向性ビーム制御を行なっているか否かを判断する。指向性ビーム制御を行なっていると判断したときは、さらに、基地局装置1での指向性の絞り具合が、SDMAを行なうのに十分であるか否かを判断する。例えば指向性ビームの利得のレベルが、所定レベル以上のとき、SDMAが可能であると判断する（ステップS201乃至ステップS203）。なお、第1の実施形態の場合と同様、ステップS202乃至ステップS203の判断処理はなくてもよい。この場合は、ステップS201で、基地局装置1が指向性ビーム制御を行なっていると判断したときは、ステップS202、ステップS203をスキップして、ステップS205へ進む。

【0111】ステップS203で、SDMAが可能であるとビーム利得推定部105が判断したときには、キャリアセンス制御部109は、自装置のキャリアセンスレベルを例えば、あらかじめ定められたレベルだけ上げて、キャリアセンスの感度を抑えるように設定する（ステップS205）。以後この設定されたキャリアセンスレベルを用いてキャリアセンスを行なう。

【0112】以上説明したように、上記第2の実施形態によれば、端末装置(STA)4-1は基地局装置1がブロードキャストで送信するデータを受信した際の受信電力と、基地局装置1がユニキャストで送信するデータを受信した際の受信電力とから、基地局装置1で指向性ビーム制御を行なっているか否かを判断する。(指向性ビーム制御を行なっていると判断した際には、さらに、指向性の絞り具合がSDMAを行なうのに十分であるか否かを判断する)。基地局装置1が(SDMAを行なうのに十分な指向性の絞り具合で)指向性ビーム制御を行なっていると判断したときには、自装置のキャリアセンスレベルを上げて、好ましくはキャリアセンスの感度を最小限度抑える。そうすることにより、その後のキャリアセンスの際に、自装置の近傍に存在する自装置以外の他の端末装置(STA)4-i(i=2,3)が基地局装置1との通信の際に発する電波を検知することが少なくなる。従って、端末装置(STA)4-1は、当該他

の端末装置(STA)4-iが存在しないとして送信動作を開始するので、IEEE802.11に規定されているNAV(Network Allocation Vector)を設定することがない(NAVが設定されると、端末装置はNAVにて指定された時間、基地局装置1へのアクセスを控えることになる)。また、基地局装置1も、複数の端末装置(STA)4-i(i=1乃至3)間でNAVを設定させるために、分離した指向性ビームを用いてそれぞれの端末装置(STA)4-i(i=1乃至3)に対して送信するデータを他の端末装置(STA)4-j(j=1乃至3)に送信する必要は無い。但し、この説明での送信先のアドレスは排他的になる。例えば最初の送信先が端末装置1なら、次に示してある送信先は端末装置2と3になる。

【0113】従って、基地局装置1は、複数の端末装置(STA)4-i(i=1乃至3)とSDMAが可能となり、端末装置(STA)4-iが上記キャリアセンスレベル制御を行わない場合と比較して多元接続数を増加させることができる。

【0114】なお、端末装置(STA)4-iは、図11に示したように、上記キャリアセンス制御部109と前述した送信電力制御部106を合わせ持ち、キャリアセンスレベルと、送信電力とをともに制御するようにしてもよいし、いずれか一方のみを制御するようにしてもよい。いずれであっても、本発明の要旨を逸脱するものではない。

【0115】また、端末装置(STA)4-iは、上記キャリアセンス制御部109と前述した送信電力制御部106のいずれか一方のみを持つような構成であってもよい。

【0116】(第3実施形態)IEEE802.11ではRTS(request to send)/CTS(clear to send)というアクセス制御方式を定めている。これは図5(a)と異なり、(但し、MACヘッダ部はRTSではフレームコントロールF1、Duration ID、RA、TAとなり、CTSではフレームコントロールF1、Duration ID、RAとなり、共にフレームボディF4は無い。)MACフレームにおける制御フレームを使って送信権を確保する方法である。なお、RTS/CTS制御では、RTSフレームとCTSフレームを用いるが、RTSフレームであるか、CTSフレームであるかはMACヘッダにあるフレームコントロールF1中のタイプF1aとサブタイプF1bで判断することができる。

【0117】このRTS/CTS制御方式を図1の無線通信システムにも適用可能である。この場合、無線基地局1が端末装置(STA)4-iからRTSフレームを受信すると、その応答として当該端末装置(STA)4-iに返すCTSフレームは当該端末装置(STA)4-i向けに設定された指向性ビームを用いて送信される。そこで、この点に着目し、上記第1、第2実施形態

と同様にして、端末装置（STA）4-iでは受信したビーコンフレームの受信電力、受信したCTSフレームの受信電力とから、送信電力や、キャリアセンスレベルの制御を行なう。

【0118】それ以外は、前述の第1、第2実施形態とほぼ同様であるので、以下、簡単に第3実施形態について説明する。

【0119】送信要求の生じた端末装置（STA）4-i（例えば端末装置（STA）4-1）は、基地局装置1に対し、RTSフレームを送信する。その際、当該基地局装置1へ向けたデータ送信の際に送信電力制御部106で以前に設定された送信電力があるときは、その送信電力でRTSフレームを送信する。そうでないときは、予め定められたデフォルトの送信電力で送信するようにしてもよい。

【0120】基地局装置1は、RTSフレームを受信すると、そのときの受信電力などを基に、端末装置（STA）4-1へ向ける指向性ビームを設定する。すなわち、端末装置（STA）4-1の存在する方向対応の上記重み係数を設定する。

【0121】基地局装置1は、この設定された指向性ビームを用いて端末装置（STA）4-1宛に、CTSフレームを送信する。このCTSフレームには、前述のオーセンティケーションの場合と同様、送信電力情報が含まれていてもよい。

【0122】アンテナ100を介して受信したデータが受信データ種別検出部103でCTSフレームであると判断したときは、ビーム利得推定部105には、受信電力測定部102で測定された当該フレームの受信電力と、送信電力検出部104により当該フレームから抽出されたあるいは、CTSフレーム対応に予め記憶しておいた送信電力情報が入力される。これは基地局が指向性ビームを設定しない場合あるいは基地局での1回目の指向性ビームの指向角が予め（比較的広く）決まっていって端末装置にとって既知のときに可能である。

【0123】このときビーム利得推定部105と送信電力制御部106は、上記CTSフレームの受信電力と、例えば図7のステップS102で得た、受信したビーコンフレームの受信電力とを用いて、図8に示したような処理を行ない、送信電力の設定を行なう。

【0124】あるいは、図12に示したような処理を行ないキャリアセンスレベルの設定を行なう。

【0125】上記の説明は、端末装置（STA）4-iから基地局装置1へRTSフレームを送信する場合であるが、逆に基地局装置1から端末装置（STA）4-iへRTSフレームを送信する場合もある。

【0126】次に、基地局装置1から端末装置（STA）4-iへRTSフレームを送信する場合を説明する。

【0127】この場合、基地局装置1は以前に通信相手

とする端末装置（STA）4-iから送信されてきたフレームデータを受信したことがあるときは、そのときの受信電力などを基に、当該端末装置（STA）4-i向けに指向性ビームを設定してRTSフレームを送信する。

【0128】そこで、この点に着目し、上記第1、第2実施形態と同様にして、端末装置（STA）4-iでは、受信したビーコンフレームの受信電力、受信したRTSフレームの受信電力とから、送信電力や、キャリアセンスレベルの制御を行なうこともできる。

【0129】すなわち、端末装置（STA）4-iがアンテナ100を介して受信したデータが受信データ種別検出部103で、RTSフレームであると判断したときは、ビーム利得推定部105には、受信電力推定部102で測定された当該フレームの受信電力と、送信電力検出部104により当該フレームから抽出された、あるいはRTSフレーム対応に予め記憶しておいた送信電力情報が入力される。但し上述したようにこれは基地局が指向性ビームを設定しない場合あるいは基地局での1回目の指向性ビームの指向角が予め（比較的広く）決まっていって端末装置にとって既知のときに可能である。

【0130】このとき、ビーム利得推定部105と送信電力制御部106は、上記RTSフレームの受信電力と送信電力情報と、例えば図7のステップS102で得た受信したビーコンフレームの受信電力と送信電力情報とを用いて、図8に示したような処理を行ない、送信電力の設定を行なう。

【0131】これと同時に、図12に示したような処理を行ない、キャリアセンスレベルの設定を行なってもよい。

【0132】あるいは送信電力の設定とキャリアセンスレベルの設定を同時に行なうようにしてもよい。

【0133】端末装置（STA）4-iで、上記のようにして送信電力制御が行なわれて、新たな送信電力が設定されたときは、その設定された送信電力で、基地局装置1宛にCTSフレームを送信する。

【0134】基地局装置1は、CTSフレームを受信すると、そのときの受信電力などから、当該端末装置（STA）4-i向けの指向性ビームを設定し直し、その後の当該端末装置（STA）4-iとの通信に用いる。

【0135】このようにして、上記第3の実施形態の場合も、第1、第2の実施形態の場合と同様な効果を得ることができる。

【0136】上記第1乃至第3実施形態で説明したように、複数の端末装置（STA）4-iのそれぞれが、基地局装置1との通信のために送信電力やキャリアセンスレベルを制御することにより、以下に示すような通信形態も可能である。

【0137】すなわち、第1乃至第3実施形態の説明では、基地局装置1は1つの指向性ビームで1つの端末装

置（STA）4-iと通信を行なう場合について説明したが、図13に示すように基地局装置1は、1つの指向性ビームで複数の端末装置（図13では、端末装置（STA）4-1、4-2）と通信を行なうようにしてもよい。

【0138】例えば、端末装置（STA）4-1への指向性ビームと類似するパターンを有することとなる他の端末装置（例えば、端末装置（STA）4-2）が存在する場合、基地局装置1は、端末装置（STA）4-1への指向性ビーム3-4を当該他の端末装置（STA）4-2にも共通に割当てて、この場合、基地局装置1から1つの指向性ビーム3-4を共通に割当てられた端末装置（STA）4-1、4-2では、基地局装置1と、同じ指向性ビームを共有することを前提としたCSMA/CAによるアクセス権を取得することになる。

【0139】図13に示したような形態の適用時においても、複数の端末装置（STA）4-iのそれぞれが、基地局装置1との通信のために、送信電力やキャリアセンスレベルを制御することにより、基地局装置1から上記指向性ビーム3-4とは異なる指向性ビーム3-5を割当てられた端末装置（STA）4-3への端末装置（STA）4-1、4-2からの干渉、あるいは基地局装置1から指向性ビーム3-5を割当てられた端末装置（STA）4-3へ向けて送信された信号の端末装置（STA）4-1、4-2への干渉を低め、基地局装置1は、複数の端末装置（STA）4-iとSDMAが可能となり、また、端末装置（STA）4-i側で送信電力やキャリアセンスレベルの制御を行わない場合と比較して、多元接続数を増加させることができる。

【0140】また、第1乃至第3の実施形態で説明した無線通信システムは、1つのアクセスポイントとしての基地局装置（AP）1とそこに接続する複数の無線クライアントとしての無線端末装置（STA）4-1乃至4-3からなる1つのBSSで構成されていたが、この場合に限らず、図14に示したようにアクセスポイントとしての基地局装置が複数存在し、（ここでは、例えば2つの基地局装置1-1、1-2）、複数のBSS（ここでは、例えば第1のBSSと第2のBSSの2つ）からなる無線通信システムにも、この発明は適用可能である。

【0141】この場合においても、複数の端末装置（STA）4-i（例えば図14では、端末装置（STA）4-1、4-2、4-10、4-11）のそれぞれが、基地局装置1-1あるいは基地局装置1-2との通信のために、送信電力やキャリアセンスレベルを制御することにより、基地局装置1は、複数の端末装置（STA）4-iとSDMAが可能となり、また端末装置（STA）4-i側で送信電力やキャリアセンスレベルの制御を行わない場合と比較して、多元接続数を増加させることができる。

【0142】なお、端末装置（STA）4-iは、図6の受信モード（ステップS2）、オーセンティケーション（ステップS4）、アソシエーション（ステップS5）、通信モード（ステップS6）、ディスアソシエーション（ステップS7）、ディオーセンティケーション（ステップS8）のいずれにおいても、原理的にはビーコンフレームを受信することができるので、その後に自装置宛に送信された（ユニキャスト）のフレームを受信したのであれば、図8、図12に示した送信電力制御やキャリアセンスレベル制御はいつでも行なえる。

【0143】なお、本願発明は、上記各実施形態に限定されるものでなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。また、各実施形態は可能な限り適宜組み合わせて実施してもよく、その場合組み合わせられた効果が得られる。さらに、上記各実施形態には、種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば実施形態に示される全構成要件からいくつかの構成要件が省略されることで発明が抽出された場合には、その抽出された発明を実施する場合には省略部分が周知慣用技術で適宜補われるものである。

【0144】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、CSMA方式にSDMA方式を適用した場合に、基地局装置と複数の無線端末装置との間で効率のよいデータ送受信を行なうことができる無線端末通信システムおよび無線端末装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施形態に係わる無線通信システムである無線LANシステムの構成例を示す図である。

【図2】基地局装置の構成例を示した図である。

【図3】アダプティブアレイアンテナの構成例を示した図である。

【図4】無線端末装置の構成例を示した図である。

【図5】IEEE802.11に規定されているMACフレームについて説明するための図である。

【図6】無線端末装置の処理動作を説明するためのフローチャートである。

【図7】無線端末装置と基地局装置との間でデータを送受信する際の送信電力制御手順について説明するための図である。

【図8】無線端末装置の送信電力制御手順を説明するためのフローチャートである。

【図9】無線端末装置と基地局装置との間でデータを送受信する際の送信電力制御手順について説明するための図で、共有鍵（Shared key）のオーセンティケーション（authentication）をする場合を示す図である。

【図10】無線端末装置と基地局装置との間でデータを

送受信する際の送信電力制御手順について説明するための図で、アソシエーション(association)の際に送信電力制御を行なう場合を示す図である。

【図 1 1】無線端末装置の他の構成例を示す図である。

【図 1 2】無線端末装置のキャリアセンスレベルの制御手順を説明するためのフローチャートである。

【図 1 3】1つの基地局装置 1 が 1つの指向性ビームで複数の端末装置と通信を行なう場合を説明するための図である。

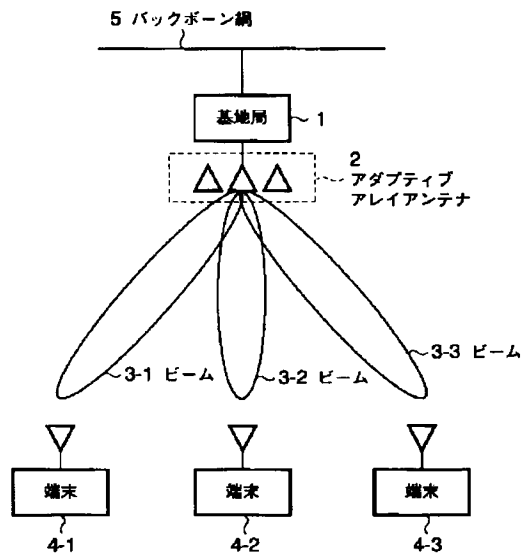
【図 1 4】複数の B S S からなる無線通信システムの構成を概略的に示した図である。

【符号の説明】

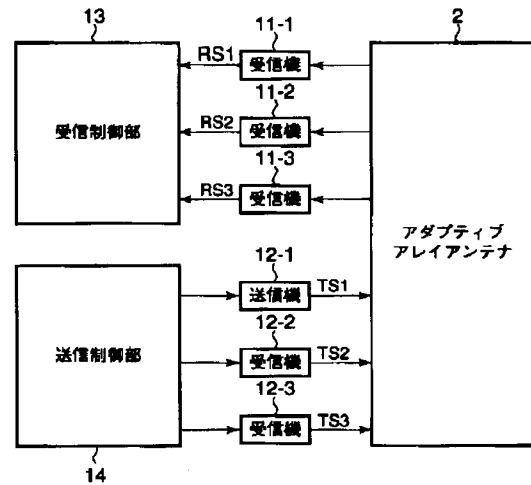
- 1、1-1、1-2・・・基地局装置
- 2・・・アダプティブアレイアンテナ
- 3-1～3-5・・・アンテナビーム
- 4-1～4-3、4-10、4-11・・・端末装置  
(無線端末装置)
- 5・・・バックボーン網
- 11-1～11-3・・・受信機
- 12-1～12-3・・・送信機
- 13・・・受信制御部
- 14・・・送信制御部

- 30-1～30-3・・・アンテナ素子
- 31-1～31-3・・・送受切換スイッチ
- 32-1～32-3・・・低雑音増幅器
- 33-1～33-3・・・ダウンコンバータ
- 34-1～34-3・・・分配器
- 35-1～35-3・・・受信ビーム形成回路
- 36-1～36-3・・・送信ビーム形成回路
- 37-1～37-3・・・合成器
- 38-1～38-3・・・アップコンバータ
- 39-1～39-3・・・高周波電力増幅器
- 40・・・ビーム制御部
- 100・・・アンテナ
- 101・・・受信部
- 102・・・受信電力測定部
- 103・・・受信データ種別検出部
- 104・・・送信電力検出部
- 105・・・ビーム利得推定部
- 106・・・送信電力制御部
- 107・・・送信部
- 108・・・情報処理部
- 109・・・キャリアセンス制御部

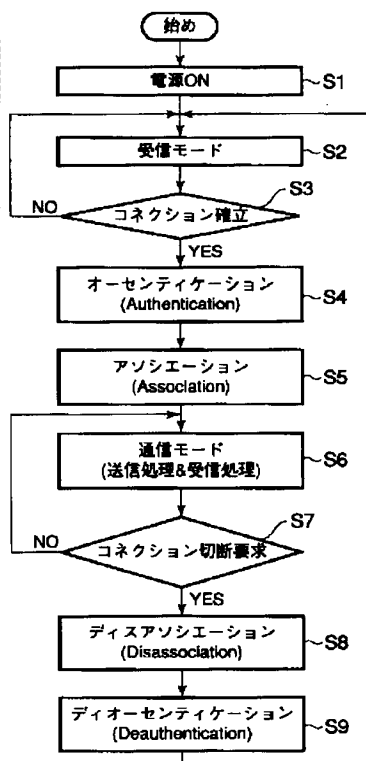
【図 1】



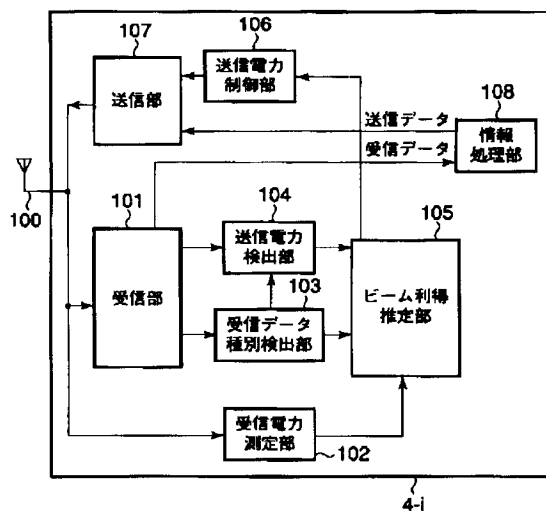
【図 2】



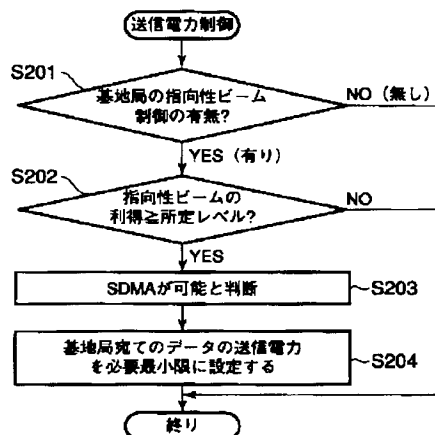
【图6】



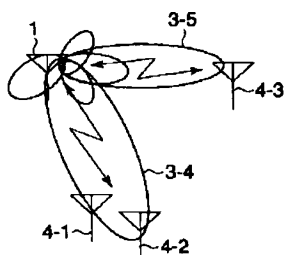
【図 4】



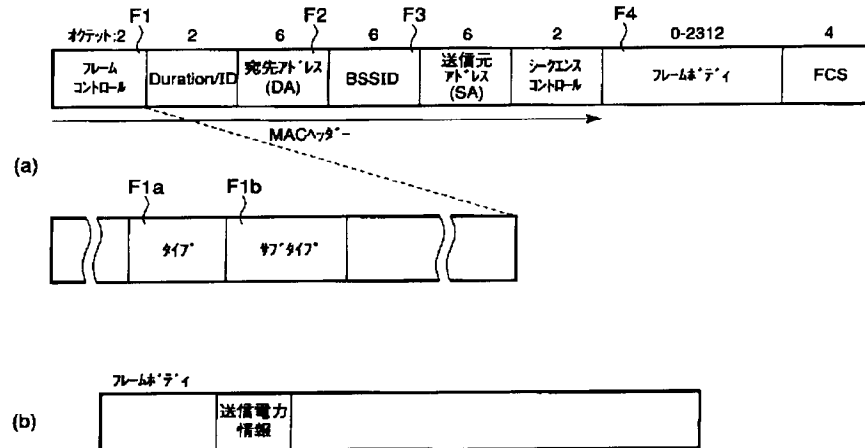
【図 8】



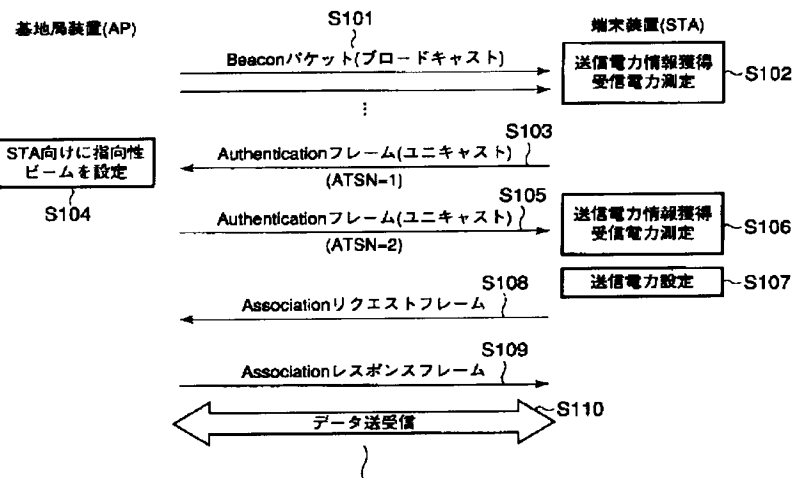
【図 13】



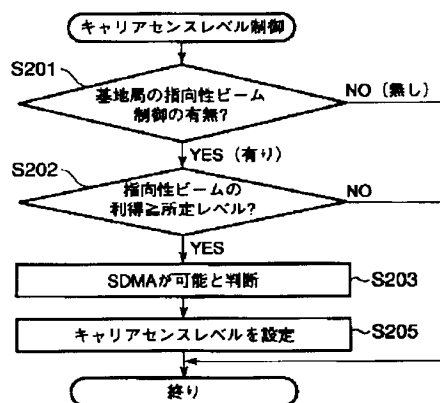
【図5】



【図7】

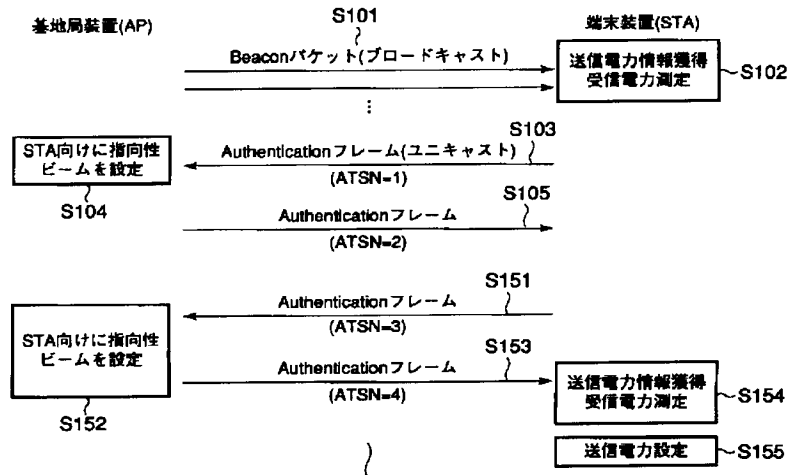


【図12】

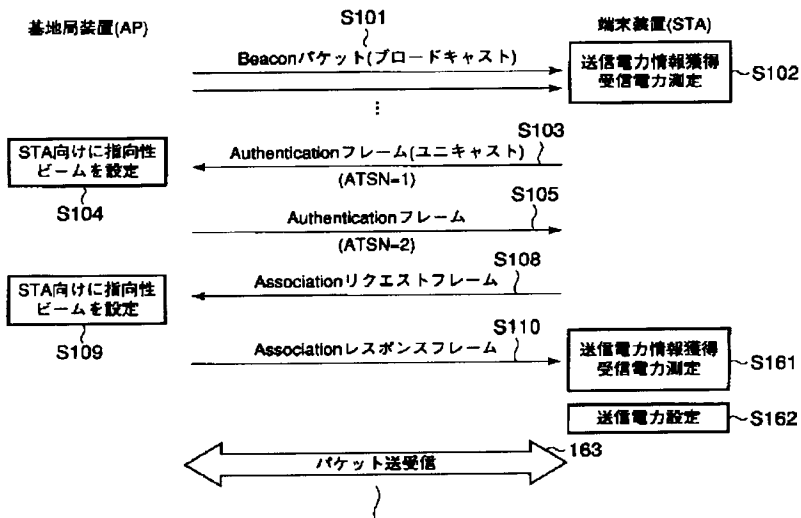




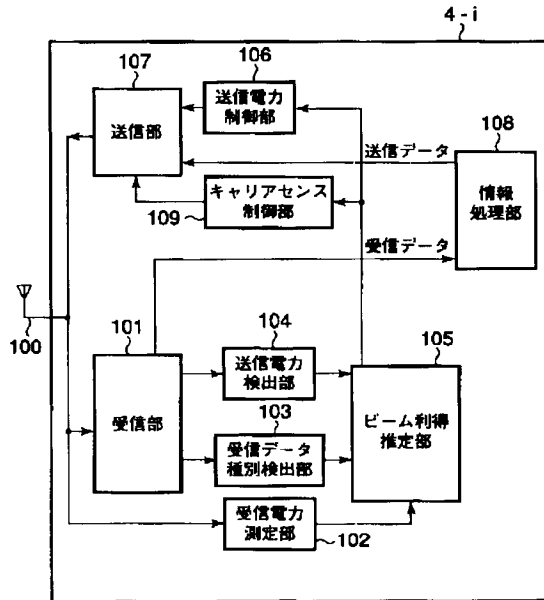
【図9】



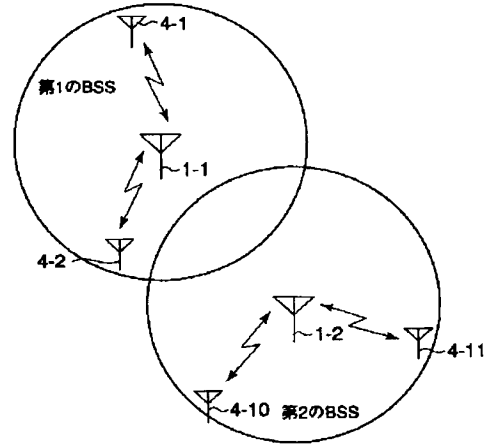
【図10】



【図11】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 笠見 英男  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内  
(72)発明者 利光 清  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

Fターム(参考) 5K033 AA05 CA07 DA17 DB20 EA02  
EA06  
5K067 AA13 BB21 CC04 CC08 CC14  
EE02 EE10 FF16 GG08 GG09  
HH22 KK02 KK03